

ZEITSCHRIFT FÜR FISCHEREI UND DEREN HILFSWISSENSCHAFTEN
 Herausgeber: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin
 Chefredakteur: Professor Dr. H. H. Wundsch, Berlin-Friedrichshagen
 Sonderdruck aus Band III, N. F. (1954), Heft 4/5, Oktober 1954

Aus dem Institut für Meereskunde der Universität Kiel

Laichen, Laichbedingungen und Laichplätze
 des Sprottes (*Clupea sprattus L.*),
 dargestellt auf Grund von Untersuchungen
 in der Kieler Bucht

Von

F. W. Frithjof Morawa

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| Vorwort | 344 |
| Laichen, Laichbedingungen und Laichplätze | 344 |
| 1. Kurzer Literaturüberblick | 344 |
| a) Die Laichbedingungen und Laichplätze | 344 |
| b) Die Sprotteier und ihre Entwicklungsstadien | 345 |
| c) Die morphologisch-hydrographischen Gegebenheiten der Kieler Bucht | 347 |
| d) Die bisherigen Untersuchungen in der Kieler Bucht | 348 |
| 2. Die Kieler Bucht als Laichgebiet | 348 |
| a) Erläuterungen zu Methoden und zur Art der Darstellung | 348 |
| b) Die horizontale Verbreitung der Sprottenbrut (besonders der Eier) und ihre Verschiebung im Laufe der Laichzeit | 349 |
| c) Die vertikale Verteilung der Sprottenbrut | 363 |
| d) Die Größe der Eier und die Entwicklungsstadien | 365 |
| e) Die Verbreitung der Larven und ihr Wachstum (mit Bemerkungen zur Pigmentierung von Sprotten- und Heringslarve) | 368 |
| Zusammenfassung | 371 |
| Literaturverzeichnis | 371 |

B e n u t z t e A b k ü r z u n g e n :

| | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Fg. = Fang, Fänge | A = arithmetisches Mittel |
| KN = Knüppelnetz | m = mittlerer Fehler des Mittelwertes |
| RT = Ringtrawl (1 m ø) | n = Anzahl |
| Max. = Maximum, maximal | S. = Summe |
| Min. = Minimum, minimal | ø = Durchschnitts-, durchschnittlich |

Vorwort

1939 hatte Dr. K. Krüger mit eingehenderen Untersuchungen über das Laichen der Kieler Sprotten begonnen. Er selbst fiel im zweiten Weltkrieg. Seine Protokolle gingen zum Teil durch Kriegseinwirkung verloren; die biologischen Daten blieben erhalten. Um seine Aufzeichnungen besser auszuwerten und zu vergleichen, stelle ich daher 1951 und 1952 die biologischen und hydrographischen Daten im Bereich der Kieler Bucht erneut fest.

Dadurch ist es mir möglich, charakteristische Eigenschaften hinsichtlich der Intensität des Sprottaichens, der horizontalen und vertikalen Verteilung der Sprottenbrut und der Eigröße im Laufe der Laichzeit aufzuzeigen.

Die vorliegende Arbeit entspricht im großen ganzen dem ersten Teil meiner Dissertation (Kiel 1953). Einige Tabellen und Abbildungen konnten weggelassen werden, weil in vielen Fällen Abbildungen und Tabellen gleiches darstellen.

Für die großzügige Unterstützung meiner Arbeit durch Überlassung eines Arbeitsplatzes an Bord des Forschungskutters „Südfall“ und im Institut für Meereskunde bin ich seinem Direktor, Herrn Professor Dr. G. Wüst, zu außerordentlichem Dank verpflichtet. Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. R. Kändler für Anregung und Unterstützung in wissenschaftlicher und organisatorischer Hinsicht. Auch für die Überlassung von unveröffentlichten, zum Teil eigenen Daten, bin ich ihm zu Dank verpflichtet. Ferner möchte ich nicht versäumen, der Besatzung des Forschungskutters „Südfall“ unter Herrn Kapitän Ohl und meinen Kollegen für ihr Entgegenkommen und ihre Mithilfe beim Ein- sammeln des Untersuchungsmaterials zu danken.

Laichen, Laichbedingungen, Laichplätze

1. Kurzer Literaturüberblick

a) Die Laichbedingungen und Laichplätze

Der Sprott ist über Gebiete der verschiedensten hydrographischen Verhältnisse verbreitet.

Wir finden ihn in der Ostsee schon in den schwachsalzigen finnischen Küstengewässern und verfolgen seine Verbreitung bis zu den Färöern und Lofoten im Norden und zur spanisch-portugiesischen Atlantikküste im Süden. Im Mittelmeer bevölkern seine Schwärme nur die nördlichsten Teile: den Golf von Lion und das Ligurische Meer, die Adria und auch das Schwarze Meer. Der Salzgehalt in all diesen Gebieten variiert zwischen 5 ‰ bis über 35 ‰. Der Sprott ist also extrem euryhalin. So ist es wohl verständlich, daß seine Laichgebiete in den verschiedensten Salzgehaltsbereichen liegen und wir eine Einheitlichkeit in dieser Hinsicht vermissen. Es liegen zwar in der Literatur Angaben vor, die eine Bevorzugung brackigen Wassers in einigen Gebieten bezeugen, zum Beispiel im Golf von Lion (Furnestin 1948), vor der englischen Südküste (Lebœur 1921) und in der Deutschen Bucht (Aurich 1941). Dem stehen aber andere Gebiete entgegen: das Flämische Laichgebiet und das Skagerrak (Aurich 1941; Höglund 1938), in denen man eine stärkere Gebundenheit an höheren Salzgehalt feststellt.

Obwohl der Sprott vorwiegend in den höheren Wasserschichten laicht (Heßle 1927 und Höglund 1938), finden wir seine Laichgebiete teils unmittelbar an der Küste im flachen Wasser, so bei Laboe an der Kieler Förde, teils über größeren Tiefen (100 m und mehr), so im Skagerrak (Aurich 1941, Höglund 1938) und der westlichen Gotlandsee (Heßle 1927). Wir sehen also, daß der Sprott hinsichtlich der Salzgehalts- und Tiefenverhältnisse wenig

wählerisch ist. Hinsichtlich der Temperatur jedoch stellt er zur Laichzeit seine Ansprüche.

Betrachten wir einmal den Beginn und auch die Dauer der Laichzeit in den einzelnen Gebieten (Abb. 1), so erkennen wir eine deutliche Verschiebung von Süd nach Nord, die zweifellos temperaturbedingt ist. Die Temperatur, bei der die Eiablage erfolgt, wird von der einschlägigen Literatur mit 5,5° C bis 12° C

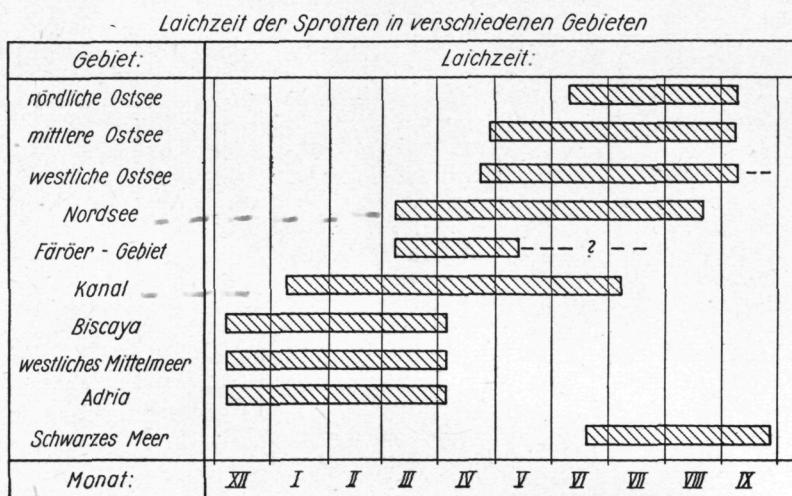


Abbildung 1, nach Literaturangaben zusammengestellt.

— gegen Ende der Laichzeit evtl. noch höher — angegeben. Die Reifung der Eier selbst erfolgt teils bei höherer (Mittelmeer), teils bei tieferer Temperatur (Nord- und Ostsee). Der Bereich von 6° C bis 12° C muß aber in jedem Gebiet zur Laichzeit erreicht werden. In der Ostsee wird diese Temperatur durch die sommerliche Erwärmung etwa im Mai, im Mittelmeer durch die winterliche Abkühlung im November-Dezember erreicht. Der Umstand, daß heute an der afrikanischen Seite des Mittelmeeres die Temperatur im Monatsmittel nicht unter 12° C sinkt, ist wohl schuld daran, daß ein früher geschlossenes Verbreitungsgebiet hier mehrfach unterbrochen ist.

b) Die Sprottei und ihre Entwicklungsstadien

Das Heranreifen der Eier im Ovar der Sprotten erfolgt nach H. Heidrich (1925, pag. 38) in mehreren Phasen, so daß ein Tier etwa zwei bis drei Monate lang „alle 8 bis 10 Tage eine Quelle herangereifter Eier ausstößt und die Ovar-säcke während der ganzen Laichperiode 8- bis 9 mal entleert“.

Die Eier sind pelagisch, sie entbehren des Öls und sind von den Eiern anderer Arten mit großer Sicherheit — vor allem lebend — an Hand der Dotterstruktur zu unterscheiden. An konserviertem Material (Perenysche Flüssigkeit [Heincke und Ehrenbaum 1900] oder meist — auch von mir verwandt — 1% Formaldehyd = 3% Formalinlösung) dagegen ist die charakteristische Segmentierung des Dotters nicht immer deutlich zu erkennen (gleiche Angaben bei Heincke und Ehrenbaum 1900, Ehrenbaum und Strodtmann 1904, Heinzen 1912 u. a.), doch fällt bei einiger Übung auch hier die Unterscheidung nicht schwer, vor allem in unserem Gebiet, da die Eier des Sprotts bei Zusatz von Formalin schneller und stärker undurchsichtig werden und dunkler bleiben als gleichgroße Eier anderer Ostseefische (vgl. auch Mielck und Künne 1935).

Wenn wir die Entwicklung der Eier verfolgen, so können wir mehrere Stadien gegeneinander abgrenzen. Leider werden hierfür die verschiedensten Merkmale herangezogen. C. Apstein (1911) und andere Autoren unterscheiden bei Fischeiern folgende Stadien:

- u = unentwickelte Eier,
- K = Eier mit Keimscheibe,
- Ej = Eier mit jungem Embryo,
- Ep = Eier mit Embryo, der pigmentiert ist,
- Ea = Eier mit Embryo, der pigmentierte Augen hat (fehlt beim Sprott).

„Es gibt Sprott-Embryonen, an denen Pigment gar nicht oder nur mit großer Mühe zu entdecken ist“, schreiben schon 1900 (pag. 263) F. Heincke und E. Ehrenbaum. Ferner wird in der gleichen Arbeit für Sprottenembryonen ausnahmsweise auch eine Pigmentierung der Augen (gelbes Pigment) angegeben. Aus diesen Gründen fiel wohl diese Unterteilung später fort. Die einfachste Unterteilung ist die in Eier mit und ohne Embryo. Eine feinere Einteilung verwendet zum Beispiel H. J. A u r i c h (1941):

- I = Keimscheibenstadium,
- II = Embryo kürzer als der halbe Dotterumfang,
- III = Embryo länger als der halbe Dotterumfang.

Diese Einteilung dürfte etwa der von K. Krüger verwandten entsprechen, dessen Protokolle über die Untersuchungen 1939 zur Auswertung herangezogen wurden. Eine weiter differenzierte Einteilung ist von H. Höglund (1938) in Übereinstimmung mit F. S. Russell (1926) benutzt worden. Dieser Einteilung habe ich mich bei meinen Untersuchungen angeschlossen. Nach ihr werden folgende Eistadien unterschieden:

- 0 = Eier mit Keimscheibe, ehe sich der Embryo bildet,
- $\frac{1}{4}$ = Embryo gebildet, aber Schwanzende noch nicht vom Dotter abgelöst,
- $\frac{1}{2}$ = Schwanzende des Embryos vom Dotter gelöst,
- $\frac{3}{4}$ = Anus des Embryos ausgebildet,
- 1 = Embryo umspannt die ganze Dotterperipherie.

Die Kennziffern dieser Stadien entsprechen etwa der jeweiligen Größe des Embryos entlang der Dotterperipherie. H. Höglund (1938) selbst fügt noch ein Stadium D, tote Eier, hinzu. Von seinen untersuchten Eiern „waren nicht weniger als ein Viertel tot oder zum mindesten fast tot, als sie konserviert wurden“. Er fährt dann (pag. 7) fort: „Es ist bemerkenswert, wie selten die Literatur dieses Gebietes irgendwelche Angaben über das Vorkommen von abgestorbenen Eiern enthält“, und weist weiter auf C. Apstein (1911) hin, dessen Ergebnisse (Apstein fand 25 bis 50% tote Eier) seinen eigenen entsprechen. Die Frage, wann (ob beim Fang?) die Eier abgestorben sind, muß H. Höglund offen lassen. An dieser Stelle ist es wohl richtig, eine kurze Notiz von K. Brandt (in einem Vorwort zu einer Arbeit von Busch 1916—1920, pag. 28) zu wiederholen: „Die Nachprüfung auf den Fahrten im März und April 1912 in demselben Gebiet ergab, daß der Befund von Apstein und Heinzen auf einem Irrtum beruhen wird, der wohl durch Absterben der Eier während der langwierigen Untersuchungen herbeigeführt ist, denn als nicht ein Untersucher, sondern drei (Prof. Reibisch, Dr. Glaué und Dr. Müller) das gefangene Material gleichzeitig unter schonungsvoller Behandlung frisch untersuchten, waren in sämtlichen Fängen der Beltsee die Eier alle oder doch fast alle lebend. Der Befund war derselbe wie bei Hensen's früheren Untersuchungen in der Kieler Bucht.“ Das Stadium D ist demnach fast ausschließlich auf methodische Ursachen zurückzuführen. Daher habe ich abgestorbene Eier nicht als besonderes Stadium berücksichtigt. Soweit derartige Eier in meinen Fängen waren, wurden sie entsprechend ihrer Entwicklungsstadien eingereiht. Diese toten Eier

gehören überwiegend zum Nullstadium. Die Eier sind also im ersten Entwicklungsstadium am empfindlichsten. Gleiche Ergebnisse teilen diesbezüglich H. Höglund (1938) und C. Apstein (1911) mit. Bei letzterem handelt es sich wahrscheinlich — Apstein ist sich dessen nicht ganz sicher — zum Teil um unbefruchtete Eier.

c) Die morphologisch-hydrographischen Gegebenheiten der Kieler Bucht

Über drei Meeresstraßen — Kleiner Belt, Großer Belt und Fehmarn-Belt — erfolgt der Austausch der Wassermassen durch die Kieler Bucht zwischen Nord- und Ostsee. Der Kleine Belt spielt infolge seines geringen wirksamen Querschnittes (Wattenberg 1949), der sich zu dem des Großen Beltes wie 1:13 verhält, für schnellwechselnde Wassertransporte keine Rolle. So erfolgt der Hauptaustausch durch den Großen und Fehmarn-Belt. Da diese beiden Belte im Nordosten der Kieler Bucht liegen, findet der Austausch direkt zwischen diesen statt, ohne daß die Bucht stärker durchströmt wird. (Die Corioliswirkung auf den Tiefenstrom kann hier unbeachtet bleiben, da der Sprott in den oberen Wasserschichten läuft.) Daß bei langandauernden Ein- und Ausstromlagen auch der Kleine Belt in Funktion tritt und dadurch einen Wassertransport durch die Kieler Bucht herbeiführt, spielt, ebenso wie Konvektions- und Gezeitenströme für meine Untersuchungsergebnisse keine Rolle, da die Inkubationszeit des Sprotteies sehr kurz ist und für die einzelnen Entwicklungsstadien (bei Temperaturen um 10° C) noch nicht einmal einen Tag beträgt.

Mit der Verfrachtung von Sprotteiern in der Kieler Bucht kann man also nur in ihrem nordöstlichsten Teil in stärkerem Ausmaß rechnen. Das Bodenprofil spielt — wie schon einleitend erwähnt — für den Sprott keine deutlich erkennbare Rolle.

Tabelle 1.
Übersicht über die 1951/52 durchgeführten Ausfahrten

| Nr. | Jahr | Datum | Anzahl der Stationen | | | | | Gebiet |
|-----|------|--------------|----------------------|----|-----|----|----|--------------|
| | | | SSt | Ei | Est | KN | RT | |
| 1 | 1951 | 18.—20. IV. | 5 | 5 | — | — | — | K. B. |
| 2 | | 16.—17. V. | 18 | 13 | 1 | — | — | K. B. |
| 3 | | 22.—31. V. | 4 | — | — | — | 4 | Fehmarn |
| 4 | | 13.—15. VI. | 25 | 22 | 4 | 2 | 10 | K. B. |
| 5 | | 11.—12. VII. | 14 | 14 | — | 4 | 1 | K. B. |
| 6 | | 6.—8. VIII. | 16 | 11 | — | 4 | 8 | K. B. |
| 7 | 1952 | 22. IV. | 3 | 3 | — | 3 | — | K. F. |
| 8 | | 28.—29. IV. | 19 | 19 | 5 | 13 | 6 | K. B. |
| 9 | | 6. V. | 3 | 3 | — | — | — | K. F. |
| 10 | | 14.—17. V. | 24 | 24 | 8 | 13 | 2 | K. B. |
| 11 | | 21. V. | 3 | 3 | 1 | 3 | — | K. F. |
| 12 | | 5.—7. VI. | 15 | 15 | 6 | 9 | — | westl. K. B. |
| 13 | | 17.—19. VI. | 8 | 8 | 4 | 6 | — | östl. K. B. |
| 14 | | 1. VII. | 3 | 3 | 1 | 2 | — | K. F. |
| 15 | | 16.—19. VII. | 22 | 22 | 7 | 11 | 1 | K. B. |
| 16 | | 7.—9. VIII. | 18 | 18 | 8 | 9 | 5 | K. B. |
| 17 | | 21. VIII. | 3 | — | — | — | 3 | K. F. |

Erklärung zu Anzahl der Stationen: Spalte SST = Summe aller Stationen, Spalte Ei = Summe der Stationen mit Eiernetzfängen, Est = mit Eiernetzstufenfängen, KN = mit Knüppelnetzfängen, RT = mit 1-m-Ringtrawlängen, K. B. = Kieler Bucht, K. F. = Kieler Außenförde bis Feuerschiff Kiel.

d) Die bisherigen Untersuchungen in der Kieler Bucht

Eingehende Untersuchungen über das Laichen des Sprotts in der Kieler Bucht wurden bisher nicht veröffentlicht.

1912 wurde von Müller (Brandt; Hensen, beide 1916—1920) eine Untersuchungsserie über quantitatives Vorkommen von Sprotteiern in der Kieler Außenförde in Angriff genommen. Dr. Müller kehrte aus dem ersten Weltkrieg nicht zurück. Eine Erweiterung seiner Untersuchungen auf die Kieler Bucht geschah erst 1939 durch Krüger. Dr. Krüger fiel im zweiten Weltkrieg; ein Teil seiner Protokolle wurde aus den Trümmern des Institutes für Meereskunde in Kitzberg/Kiel gerettet. 1948 führte R. Kändler ähnliche Untersuchungen, meist aber nur im östlichen Teil der Bucht, durch. Über die Ergebnisse der Ausfahrten 1939 und 1948 wurde bisher nur eine kurze Übersicht von R. Kändler (1949) gegeben. Ferner liegen noch Ergebnisse einzelner Ausfahrten von 1903 bis 1906, 1909, 1911 bis 1912, 1931 und 1949 vor. Diese Untersuchungen vermitteln kein geschlossenes Bild, da sie nicht im gleichmäßigen Rhythmus über die Sprottlaichzeit verteilt sind (siehe auch Tabelle 6).

So werde ich zunächst meine und die von mir ausgewerteten Ausfahrten behandeln und dann erst auf die bereits veröffentlichten Befunde eingehen.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die 1951 und 1952 durchgeföhrten Ausfahrten und die Anzahl der Stationen mit den ausgeführten Fängen. Auf fast allen Stationen wurden außerdem hydrographische Serien durchgeföhr.

2. Die Kieler Bucht als Laichgebiet

a) Erläuterungen zu Methoden und zur Art der Darstellung

Mit dem Hensen-Eiernetz (Gaze 3) wurden pro Station fast immer zwei Züge vom Boden, bzw. der jeweiligen Stufe, bis zur Oberfläche durchgeföhr und das Ergebnis pro m^2 berechnet. Bei der Berechnung der Eizahlen und Entwicklungsstadien wurden die Werte pro m^2 der Stufenfänge so weit mit berücksichtigt, wie sie mehr Eier ergaben als die Vertikalfänge vom Boden bis zur Oberfläche. Wurden ausnahmsweise an einer Station keine Eiernetzfänge durchgeföhr und brachte der Knüppelnetz- oder 1-m-Ringtrawlfang keine Sprotteier, wurden diese Stationen mit 0 (ohne) Eiern pro m^2 gerechnet, wurden Sprotteier gefangen, blieb die Station bei der Berechnung unberücksichtigt. Das Aussuchen der Fänge auf Großplankter erfolgte unter Kontrolle eines Binokulars. Die Sprotteier wurden mit Sicherheit alle erfaßt; bei den Larven bin ich mir dessen nicht so sicher. Die Stationen auf See mußten möglichst schnell beendet werden, so daß besonders bei starkem Auftreten von Phytoplankton bei einigen Hauptstationen mit Eiernetzstufen-, Knüppelnetz- oder Ringtrawlängen und hydrographischen Serien (alle 5 m) das Umfüllen der Fänge in kleinere Gläser und ihre endgültige Konservierung teilweise erst nach ein bis zwei Stunden vorgenommen werden konnte. In dieser Zeit konnten in einigen Fällen frisch geschlüpfte Sprottlarven von anderen Planktern „angenaagt“ werden, denn ich fand gelegentlich Sprottlarven ohne Augenpigment mit fehlendem Dottersack — der zum Teil beim Fang abgerissen ist — und stärkeren Auflösungerscheinungen im Gebiet der Leibeshöhle. Derartige Larven sind schwer bei der Überprüfung der Fänge zwischen Sagitten und anderen Planktern zu erkennen und zu bestimmen. Aus diesem Grunde habe ich bei der graphischen Darstellung bei den Stationen mit Stufenfängen den Maximalwert pro Stufe für die Station eingezzeichnet. Die genauen Werte sind im Anhang meiner Dissertation (Morawa 1953) wiedergegeben. Für die Eizahl pro m^2 spielt die Angabe des Maximalwertes statt des Durchschnittswertes kaum eine Rolle, da bei der gewählten Einteilung von 183 Eiernetzstationen (davon 45 mit Stufenfängen) nur vier in eine höhere Gruppe ein-

gestuft werden. Zur Darstellungsart möchte ich noch folgendes bemerken: Es ist bei der Darstellung in Form statistischer Landkarten Regel, die Tönung um so dunkler zu wählen, je höher der Wert ist. Das wurde in fischereibiologischen Arbeiten meist auf das Entwicklungsstadium übertragen; Sinn meiner Karten ist es aber, hauptsächlich das Laichgebiet — also die jüngsten Stadien — zu

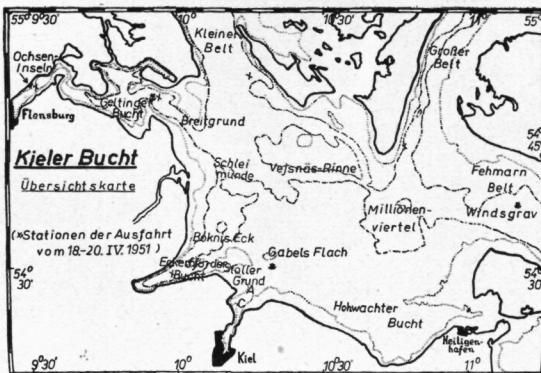


Abbildung 2.

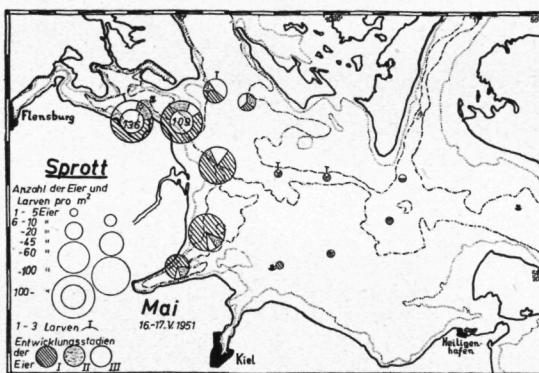


Abbildung 3.

erfassen. Daher wurde das jüngste Stadium — als statistisch höchstes — am dunkelsten gezeichnet. Die höheren Entwicklungsstadien wurden der Übersicht halber als Stadium III zusammengefaßt, während I = 0 und II = $1/4$ entsprechen.

b) Die horizontale Verbreitung der Sprottenbrut (besonders der Eier) und ihre Verschiebung im Laufe der Laichzeit

1951. Mitte April, sobald die Wassertemperatur 6° C übersteigt, beginnt der Sprott zu laichen. Von den fünf Stationen (Abb. 2), die im April durchgeführt wurden, liegen vier mehr in der offenen Bucht, wo die Temperatur an der Oberfläche zwischen $4,4^{\circ}$ C und $5,4^{\circ}$ C schwankt. Nur bei einer Station in der Flensburger Innenförde, bei den Ochseninseln, steigt die Temperatur bereits auf

6,3° C, und hier werden auch die ersten Sprotteier gefangen. Mitte Mai ist die Temperatur (Tab. 2) auf 7° C bis 10° C in den oberen 15 m bis 20 m angestiegen. Der Sprott (Abb. 3) laicht überall in der Kieler Bucht. Die Eimengen sind recht charakteristisch verteilt. Vor der Westküste finden wir \varnothing 81 Eier, zwischen Alsen und Aerö \varnothing 20 und im ganzen östlichen Gebiet nur \varnothing 4 Eier pro m^2 . Im

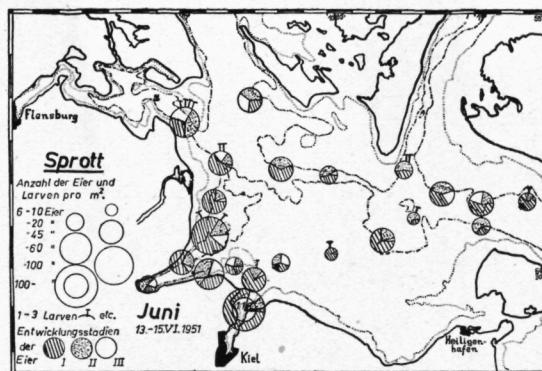


Abbildung 4.

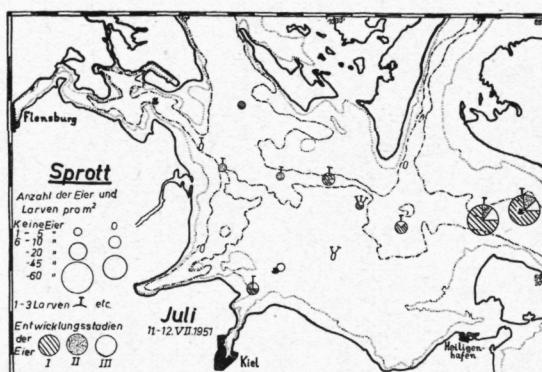


Abbildung 5.

Juni (Abb. 4) steigt auch im östlichen Teil die Eizahl stärker an, doch wenn wir die Bucht von der Südspitze Aerös bis vor Kiel Feuerschiff teilen, so befinden sich im westlichen Teil \varnothing 41, im östlichen nur \varnothing 17 Eier pro m^2 . Das Maximum, im Vormonat in der Flensburger Außenförde gelegen, ist nun bei Kiel Tonne C. Der Juli (Abb. 5) schließlich zeigt ein ganz anderes Bild. Das Laichen hat in der ganzen Bucht stark nachgelassen, nur im Nordosten im Fehmarn-Belt sind noch 50 und 51 Eier pro m^2 , überwiegend Stadium 0 (= I), so daß wir mit großer Sicherheit annehmen dürfen, daß die Sprotten unmittelbar in diesem Gebiet noch laichen. Im August (Abb. 6) laicht der Sprott nirgends mehr in stärkerem Ausmaß. Wir finden \varnothing noch ein Ei pro m^2 , lediglich in der Geltinger Bucht werden im Knüppelnetz (kein Eiernetzfang) noch 90 Sprotteier erbeutet, so daß dort wahrscheinlich noch am meisten gelacht wird.

Fassen wir nun die Ergebnisse dieses Untersuchungsjahres zusammen:

Der Beginn der Laichzeit ist an die Temperatur gebunden. Sobald sich die Oberfläche des Wassers auf etwa 6° C erwärmt, beginnt der Sprott in allen Teilen der Kieler Bucht zu laichen, jedoch im Westen zunächst intensiver. Im Laufe der Zeit steigen auch im Ostteil die Eizahlen, während sie im Westen

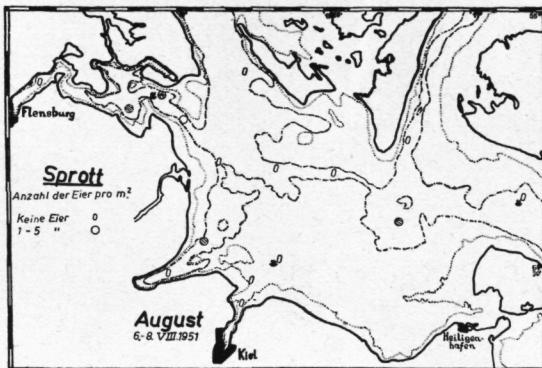


Abbildung 6.

langsam sinken, so daß sich, je mehr wir uns dem Ende der Laichzeit nähern, schließlich das umgekehrte Bild, also im Osten mehr, im Westen weniger Eier pro m², zeigt. Dieser Vorgang ist nochmals in Tabelle 2 dargestellt. Hierfür wurde die Kieler Bucht in drei Gebiete: SW, Mitte und NO geteilt. Gebiet Mitte wird begrenzt durch eine Linie von Alsen Ostspitze bis vor Kiel Feuerschiff (dieses gehört also nicht hinzu) und eine zweite von Langeland Südspitze bis

Tabelle 2
Sprotteizahl, Salzgehalt und Wassertemperaturen in der Kieler Bucht
(Mai bis Juli 1951)

| Monat Gebiet n-Stationen | M a i (15.—17.) | | | J u n i (13.—15.) | | | J u l i (11.—12.) | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------|-------------------|--------------|-----------|-------------------|--------------|-----------|
| | SW (6) | Mitte (6) | NO (1) | SW (11) | Mitte (6) | NO (5) | SW (5) | Mitte (6) | NO (3) |
| ø-Eizahl /m ² | 67 | 9 | 4 | 43 | 20 | 19 | 2 | 4 | 34 |
| Min.-Eizahl | 4 | 2 | — | 11 | 9 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| Max.-Eizahl | 136 | 26 | — | 116 | 35 | 23 | 9 | 9 | 51 |
| ø-Salzg. 0 m | 13,4 | 11,7 | 12,4 | 14,6 | 13,2 | 12,5 | 15,9 | 15,8 | 14,1 |
| Min.-Salzg. | 11,9 | 11,0 | — | 13,2 | 12,2 | 11,2 | 15,1 | 14,6 | 12,9 |
| Max.-Salzg. | 15,6 | 12,7 | — | 15,7 | 14,2 | 14,1 | 18,5 | 15,1 | 15,9 |
| ø-Salzg. 10 m | 16,0 | 16,8 | 13,3 | 15,8 | 14,6 | 14,3 | 21,1 | 17,2 | 16,6 |
| Min.-Salzg. | 12,4 | 12,0 | — | 15,0 | 13,5 | 13,1 | 19,0 | 15,0 | 14,5 |
| Max.-Salzg. | 19,5 | 18,8 | — | 16,3 | 16,2 | 15,6 | 22,6 | 18,8 | 20,5 |
| ø-Temp. 0 m | 9,5 | 8,7 | 10,0 | 13,6 | 14,9 | 14,8 | 16,5 | 16,9 | 16,7 |
| Min.-Temp. | 8,6 | 8,4 | — | 10,9 | 14,6 | 14,0 | 15,3 | 16,7 | 16,6 |
| Max.-Temp. | 10,0 | 9,1 | — | 15,2 | 15,3 | 15,1 | 17,2 | 17,4 | 17,0 |
| ø-Temp. 10 m | 9,0 | 8,4 | 8,9 | 11,8 | 13,7 | 13,3 | 11,4 | 14,0 | 14,5 |
| Min.-Temp. | 8,3 | 7,6 | — | 10,3 | 12,0 | 11,5 | 10,0 | 12,9 | 13,8 |
| Max.-Temp. | 9,5 | 8,9 | — | 14,1 | 14,9 | 15,0 | 13,8 | 15,1 | 15,0 |

Anmerkung: Die Abgrenzung der Gebiete wird im Text gegeben.

Fehmarn Südwestspitze. (Salzgehalt und Temperatur in 0 m und 10 m wurden gleichfalls in die Tabelle aufgenommen. Diskutiert wird die Hydrographie erst im folgenden Jahr eingehender.) Wenden wir uns nun den Maximalwerten zu. Die höchste Eizahl wird im Mai mit 136 Eiern pro m^2 in der Geltinger Bucht nachgewiesen. Da sich auch im August im gleichen Gebiet noch die meisten

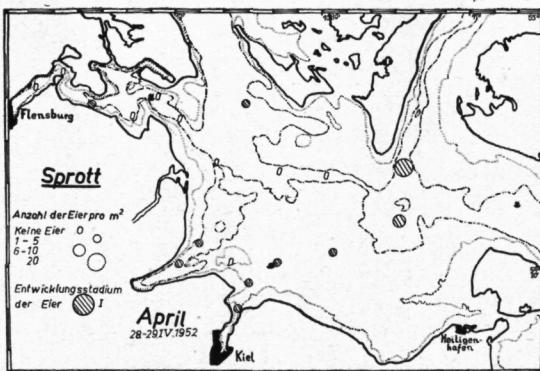


Abbildung 7.

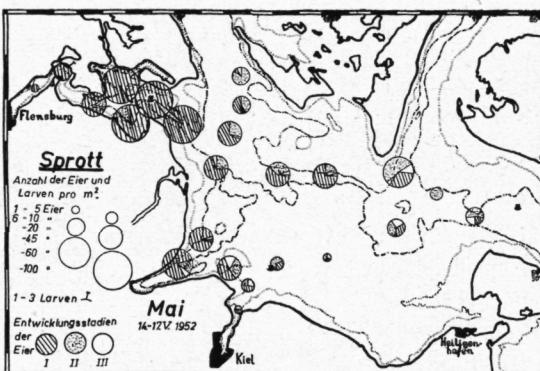


Abbildung 8.

Sprotteier befinden, liegt der Gedanke nahe, daß es sich hier um ein ständiges, mehr lokalisiertes Sprottelaichgebiet handelt. Daher bezog ich die Flensburger Förde ins Untersuchungsgebiet ein. Der zweithöchste Wert, 116 Eier pro m^2 im Juni, Kiel Tonne C, ließ eine nähere Untersuchung der Kieler Förde wünschenswert erscheinen. In der Innenförde konnte leider, da die Gefahr einer Netzbeschädigung durch Wracks noch sehr groß ist, das Eiernetz nicht eingesetzt werden.

1952. Der Witterungsverlauf im April bringt erhebliche Temperaturgegensätze. Zeigt der Monatsbeginn noch winterlichen Charakter, so führt die mit dem 10. einsetzende Schönwetterperiode in kurzer Zeit zu starken Temperaturerhöhungen bis auf 16° C (Luft) am 11.4. in Kiel (Wetterberichte des Meteorologischen Amtes in Schleswig). Mitte April sind die

Sprotteier noch nicht quantitativ nachzuweisen, doch finden sich einzelne im Knüppelnetz bei Tonne A und C. Die Wassertemperatur beträgt in den oberen 2 m bis 5 m etwa 8° C bis 9° C, zwischen 5 m und 10 m springt die Temperatur auf unter 5° C und sinkt bis zum Boden (17 m) auf 2,6° C. Am 24. 4. schlägt die Witterung um, und aus dem Nordosten zugeflossene Kaltluft drückt die Luft-

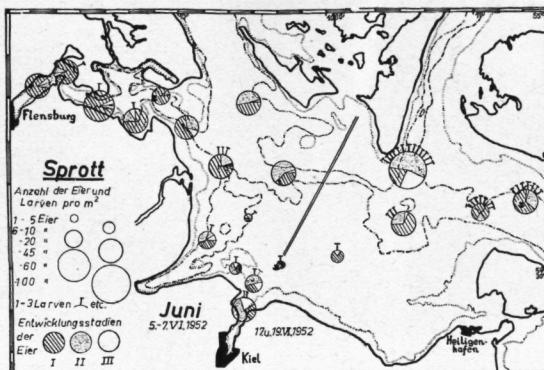


Abbildung 9.

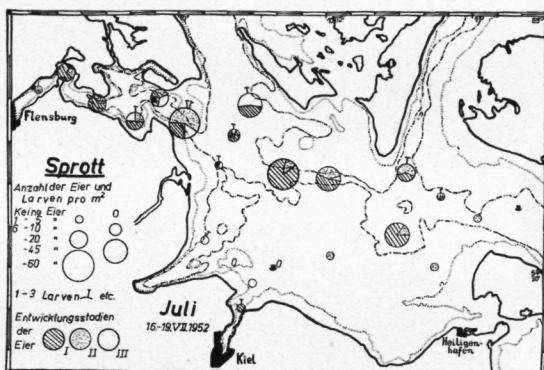


Abbildung 10.

temperatur in Kiel bis auf $\varnothing 7,3^{\circ}$ C am 26. 4. herunter; erst Anfang Mai steigt sie wieder über 10° C. Unter diesen Bedingungen hat sich die Wassertemperatur zwischen dem 22. und 28./29. 4., an dem die erste Gesamtuntersuchung der Kieler Bucht erfolgte, nicht wesentlich geändert. Das Ergebnis dieser Ausfahrt zeigt Abb. 7. Das Laichen hat noch nicht in stärkerem Ausmaß begonnen. Sprotteier finden wir überall, sie sind zum Teil nicht quantitativ erfassbar. Ein stärkeres Laichen fällt uns zwischen Langeland und „Millionenviertel“ auf. Die Entwicklung in diesem Gebiet wollen wir in den folgenden Monaten weiter verfolgen. Mitte Mai (Abb. 8) befinden sich weiterhin südlich von Langeland viele Sprotteier. Am stärksten aber tritt uns die Flensburger Außenförde als Laichgebiet entgegen. Auffällig ist, daß es sich hier übereinstimmend bei allen Stationen fast ausschließlich um Eier des jüngsten Entwicklungsstadiums handelt. Die Tat-

T a b e l l e 3.

Sprotteizahlen, Salzgehalt und Temperatur in Teilgebieten der Kieler Bucht 1952.

| Datum der Ausfahrt Gebiet | 28. bis 29. April | | | | | 14. bis 17. Mai | | | | | 5. bis 7. Juni | | | | |
|------------------------------|-------------------|------|-----------|------|---------|-----------------|------|-----------|------|---------|----------------|------|-----------|-----|---------|
| | F l b g . | S W | M i t t e | N O | K i e l | F l b g . | S W | M i t t e | N O | K i e l | F l b g . | S W | M i t t e | N O | K i e l |
| Anzahl d. Stationen | 6 | 6 | 5 | 1 | 3 | 7 | 6 | 7 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 | — | 3 |
| Ø-Eizahl /m ² | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 45 | 41 | 19 | 21 | 6 | 31 | 15 | 26 | .. | 12 |
| " Min. | 0 | 0 | 0 | .. | 2 | 3 | 21 | 5 | 6 | 3 | 15 | 3 | 21 | .. | 3 |
| " Max. | 3 | 2 | 8 | .. | 2 | 69 | 69 | 38 | 44 | 8 | 48 | 27 | 30 | .. | 21 |
| Ø-Salzgehalt in 0 m | 15,8 | 15,1 | 14,3 | 11,3 | 15,2 | 15,4 | 14,0 | 12,9 | 12,0 | 13,5 | 15,9 | 14,8 | 14,8 | .. | 14,0 |
| " Min. | 14,9 | 14,7 | 12,7 | .. | 14,9 | 14,6 | 13,2 | 11,2 | 11,5 | 11,8 | 15,4 | 14,0 | 14,8 | .. | 13,8 |
| " Max. | 16,3 | 15,7 | 15,5 | .. | 15,7 | 16,1 | 14,6 | 14,5 | 12,4 | 15,0 | 16,1 | 15,7 | 14,9 | .. | 14,2 |
| Ø-Salzgehalt in 10 m | 16,4 | 16,0 | 15,5 | 14,6 | 16,3 | 16,2 | 15,1 | 14,1 | 14,6 | 15,3 | 17,3 | 16,5 | 15,7 | .. | 17,4 |
| " Min. | 16,1 | 15,8 | 12,9 | .. | 15,9 | 15,3 | 14,2 | 11,2 | 13,8 | 14,7 | 15,7 | 15,7 | 15,6 | .. | 16,2 |
| " Max. | 16,6 | 16,5 | 16,9 | .. | 16,5 | 17,0 | 16,1 | 15,8 | 15,3 | 15,8 | 18,3 | 18,3 | 15,7 | .. | 18,4 |
| Ø-Temp. in 0 m | 8,9 | 8,5 | 8,9 | 8,8 | 8,5 | 12,1 | 11,6 | 10,5 | 10,5 | 10,9 | 13,6 | 12,8 | 13,1 | .. | 13,4 |
| " Min. | 8,3 | 8,2 | 8,7 | .. | 8,2 | 11,5 | 11,1 | 9,9 | 10,2 | 9,1 | 12,8 | 12,0 | 12,9 | .. | 13,4 |
| " Max. | 9,2 | 8,7 | 9,2 | .. | 8,9 | 12,6 | 11,8 | 11,1 | 10,8 | 11,8 | 14,3 | 13,2 | 13,2 | .. | 13,6 |
| Ø-Temp. in 10 m | 6,6 | 6,1 | 6,6 | 6,1 | 4,6 | 10,7 | 10,6 | 9,5 | 9,7 | 10,6 | 10,1 | 10,7 | 12,0 | .. | 9,1 |
| " Min. | 5,4 | 4,7 | 5,6 | .. | 4,2 | 7,6 | 10,0 | 8,5 | 9,2 | 10,0 | 8,7 | 9,5 | 11,9 | .. | 7,8 |
| " Max. | 8,8 | 8,0 | 8,3 | .. | 5,4 | 12,1 | 10,9 | 10,7 | 10,1 | 11,2 | 12,7 | 12,7 | 12,0 | .. | 9,9 |

| Datum der Ausfahrt Gebiet | 17. und 19. Juni | | | | | 16. bis 19. Juli | | | | | 7. bis 9. August | | | | |
|------------------------------|------------------|-----|-----------|------|---------|------------------|------|-----------|------|---------|------------------|------|-----------|------|---------|
| | F l b g . | S W | M i t t e | N O | K i e l | F l b g . | S W | M i t t e | N O | K i e l | F l b g . | S W | M i t t e | N O | K i e l |
| Anzahl d. Stationen | — | — | 2 | 3 | 3 | 6 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 6 | 3 | 3 |
| Ø-Eizahl /m ² | .. | .. | 18 | 36 | 16 | 21 | 16 | 22 | 12 | 1 | 3 | 1 | 2 | 6 | — |
| " Min. | .. | .. | 6 | 20 | 5 | 5 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | — |
| " Max. | .. | .. | 30 | 61 | 27 | 60 | 60 | 47 | 18 | 2 | 9 | 3 | 5 | 8 | — |
| Ø-Salzgehalt in 0 m | .. | .. | 15,0 | 16,7 | 16,2 | 17,8 | 15,4 | 14,6 | 13,3 | 13,8 | 16,8 | 15,4 | 13,7 | 11,1 | 16,3 |
| " Min. | .. | .. | 14,1 | 15,2 | 15,8 | 16,2 | 13,6 | 13,4 | 10,6 | 13,5 | 15,9 | 13,7 | 12,8 | 9,5 | 16,0 |
| " Max. | .. | .. | 15,9 | 18,7 | 17,0 | 18,9 | 17,8 | 15,8 | 14,4 | 14,0 | 18,5 | 16,1 | 14,6 | 12,6 | 16,7 |
| Ø-Salzgehalt in 10 m | .. | .. | 17,1 | 19,2 | 17,6 | 18,4 | 17,6 | 16,3 | 15,5 | 17,2 | 18,5 | 18,3 | 16,8 | 15,2 | 18,8 |
| " Min. | .. | .. | 17,0 | 17,2 | 16,1 | 17,7 | 16,9 | 13,8 | 15,5 | 16,4 | 18,2 | 17,3 | 16,2 | 12,2 | 18,1 |
| " Max. | .. | .. | 17,1 | 20,4 | 19,6 | 19,1 | 18,6 | 18,0 | 16,0 | 19,3 | 18,7 | 18,7 | 17,4 | 17,0 | 19,6 |
| Ø-Temp. in 0 m | .. | .. | 14,2 | 14,0 | 13,7 | 16,4 | 16,2 | 16,0 | 15,4 | 15,6 | 17,3 | 17,6 | 17,4 | 17,4 | 17,6 |
| " Min. | .. | .. | 14,0 | 13,9 | 13,1 | 16,1 | 16,1 | 15,1 | 15,3 | 15,5 | 17,2 | 17,4 | 16,6 | 17,1 | 17,5 |
| " Max. | .. | .. | 14,3 | 14,3 | 14,0 | 16,6 | 16,5 | 16,9 | 15,5 | 15,7 | 17,4 | 17,9 | 18,0 | 17,8 | 17,6 |
| Ø-Temp. in 10 m | .. | .. | 13,0 | 13,0 | 12,4 | 16,0 | 15,5 | 15,6 | 15,5 | 14,6 | 16,3 | 15,6 | 16,1 | 16,1 | 15,0 |
| " Min. | .. | .. | 12,8 | 12,6 | 11,1 | 14,3 | 14,3 | 14,0 | 15,4 | 13,4 | 15,5 | 14,6 | 15,4 | 14,8 | 14,0 |
| " Max. | .. | .. | 13,2 | 13,1 | 13,1 | 16,5 | 16,5 | 17,0 | 15,6 | 15,8 | 16,8 | 16,6 | 16,9 | 16,8 | 15,7 |

Anmerkung: Die Abgrenzung der Gebiete wird im Text gegeben.

sache zu erklären, will ich erst bei der Zusammenfassung dieses Jahres versuchen, da sich auch im folgenden Monat das gleiche Bild ergibt. Im Juni (Abb. 9) mußte die Untersuchung der Bucht in zwei Fahrten erfolgen; Anfang Juni der Westteil, Mitte des Monats der Ostteil. Auf der Abbildung teilt der Doppelstrich die beiden zeitlich auseinanderliegenden Fahrten voneinander. Die

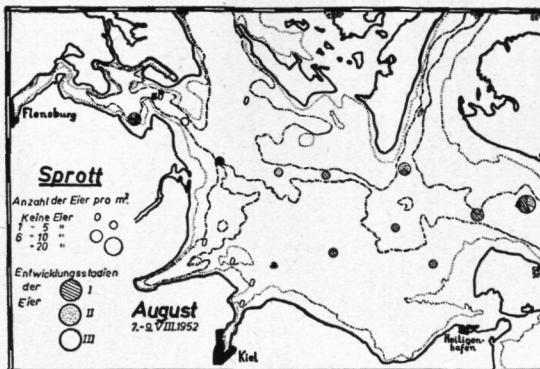


Abbildung 11.

Stationen: Kiel Feuerschiff, Kiel Tonne A und C werden auf jeder Ausfahrt durchgeführt, die Eizahlen bleiben fast gleich (so daß die Werte der graphischen Darstellung für beide Ausfahrten gelten, nur die Verteilung der Entwicklungsstadien wurde gemittelt). Bei der Untersuchungsfahrt in der östlichen Bucht tritt wieder die Große-Belt-Station hervor. Die älteren Eistadien überwiegen hier stark; auch die 25 Sprottlarven pro m^2 sprechen dafür, daß es sich hier zum Teil um Verfrachtungen durch Strömungen handelt. In der hydrographischen Lage machte sich gerade ein Umschwung zwischen Aus- und Einstrom (Der Oberflächensalzgehalt zwischen der Großen-Belt-Station und Feuerschiff Fehmarn springt von 18,7 ‰ auf 15,2 ‰, [siehe auch Tab. 3].) bemerkbar, der sicherlich mit das Bild verwirren hilft. Die Stadienverteilung bei den übrigen drei Stationen des Tiefengebietes (über 20 m) spricht aber doch für ein stärkeres Laichen in diesem Raum. Im Juli (Abb. 10) wird im Tiefengebiet zwischen Breitgrund und Millionenviertel stärker gelaicht, während im südlichen Flachgebiet und der Eckernförder Bucht kaum noch ein Laichen stattfindet. In der Flensburger Förde (ohne Breitgrund) sind noch \varnothing 13 Eier pro m^2 vorhanden. Die Fänge der beiden östlichsten Stationen werden bei Windstärke 6 bis 7 eingebrochen, ehe die Fahrt abgebrochen wird. Da bei Windstärke 7 das Eiernetz (entsprechend den Bewegungen des Schiffes) öfters ruckweise fischt, kann diesen Fängen nicht die Genauigkeit anderer beigemessen werden. (Die übrigen Stationen dieser Ausfahrt wurden bis maximal Windstärke 5, die aller anderen 1951/52 durchgeführten Ausfahrten bis Windstärke 4, durchgeführt.) Anfang August (Abb. 11) finden wir in der Kieler Förde und der Eckernförder Bucht auch in Knüppelnetz- und Ringtrawlängen keine Sprotteier mehr. Im Tiefengebiet treffen wir sie noch vereinzelt an, und nur bei den östlichen Stationen sind mehrfach über 5 Eier pro m^2 . Im Westen wird nur in der Geltinger Buch ein höherer Wert erreicht.

Fassen wir nun die Ergebnisse für 1952 zusammen und vergleichen sie mit denen des Vorjahres, so ergibt sich: Die Verlagerung der Intensität des Laichens von West nach Ost ist auch 1952 zu erkennen. Abbildung 12 und Tabelle 3

zeigen nochmals Näheres. Die Gebietsaufteilung ist wie im Vorjahr erfolgt. Da aber die Flensburger und Kieler Förde 1952 eingehender untersucht worden sind, war eine Abtrennung dieser Gebiete von SW erforderlich. SW schließt also die Kieler-Förde-Stationen bis einschließlich Feuerschiff Kiel und die Stationen in der Flensburger Förde aus. Feuerschiff Flensburg und Breitgrund werden bei

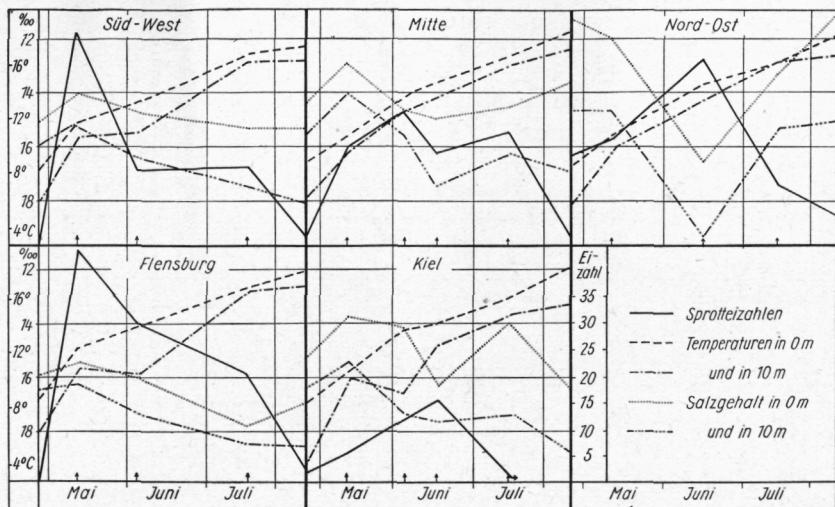


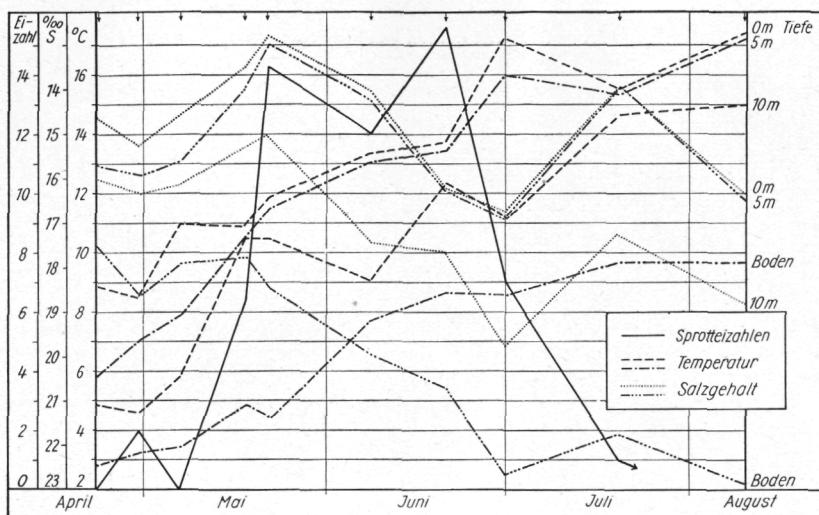
Abbildung 12

Anzahl der Sprotteier pro m^2 , Temperatur und Salzgehalt in der Kieler Bucht 1952

SW noch mitgezählt. Da diese beiden Stationen jedoch auch weitgehend den biologisch-hydrographischen Charakter der Flensburger Förde aufweisen, werden sie auch beim Gebiet Flensburg mit berücksichtigt, so daß Gebiet SW und Flensburg sich knapp überschneiden. Der hydrographische Zustand dieser Gebiete wird durch Ein- und Ausstromlagen beeinflußt. Wir finden daher die stärksten Schwankungen des Salzgehaltes im Nordosten. Je weiter wir nach Westen gehen, desto geringer werden die Schwankungen, gleichzeitig steigt auch der durchschnittliche Salzgehalt. Die Temperatur ist in allen Gebieten fast gleich, im Mai ist sie im Westen etwas höher, ab Juni ein wenig geringer. Ein Zusammenhang zwischen der Menge der Sprotteier und der hydrographischen Situation ist nicht klar zu erkennen. Bemerkenswert ist, daß die höchste Eizahl in der Flensburger Förde und in SW erreicht wird, wenn diese Gebiete etwas wärmer als die weiter östlich gelegenen sind. Das Maximum im NO wird erreicht, wenn der Salzgehalt hier am höchsten ist. Also besteht vielleicht eine Beziehung zwischen Temperatur, Salzgehalt und der Höhe der Eizahlen, in die sicher aber noch andere Faktoren hineinspielen.

Die Untersuchungen der Kieler Außenförde auf elf Ausfahrten (Abb. 13) zeigen, daß in diesem Gebiet nicht wieder in größerem Umfange gelaicht worden ist. Auch die Sprottfischerei war hier in diesem Jahre wenig ergiebig. Eine Beziehung zwischen der Temperatur und dem Salzgehalt ist deutlich sichtbar, so drückt bzw. verzögert der Zustrom salzhaltigen Wassers (Auftriebwasser) die Erwärmung (besonders deutlich Mai/Juni in 10 m Tiefe zu verfolgen). Zwischen 0 m und 5 m besteht kaum eine Schichtung. Obwohl die Eizahlen sehr gering sind, sieht man doch, daß ihr Abstieg mit dem Anstieg der Temperatur (in 10 m) auf über $12^\circ C$ zusammenfällt.

Die Untersuchung der Flensburger Förde, die erste in dieser Hinsicht überhaupt, zeigt die Bedeutung der Förde als Laichgebiet der Sprotten. Besonders auffällig ist, daß hier im Mai und Juni fast ausschließlich Eier des Stadiums 0 gefischt worden sind. Wie kann man dies erklären? Nun, ich sehe vor allem drei Deutungsmöglichkeiten. Erstens ist der Sprott ein Schwarmfisch, und inner-



Anmerkung: Es handelt sich um Durchschnittswerte der Stationen: Kiel Feuerschiff, Tonne A und Tonne C.

Abbildung 13

Anzahl der Sprotteier pro m^2 , Temperatur und Salzgehalt in der Kieler Außenförde 1952

halb eines Schwarmes überwiegt fast immer ein Reifestadium, d. h. der Schwarm wird etwa gleichzeitig ablajichen. Dadurch könnte die Häufung der Eier des gleichen Entwicklungsstadiums herbeigeführt werden. Dieser Annahme widerspricht der Befund bei Station Breitgrund im Mai, da diese Station etwa 18 bis 20 Stunden nach den übrigen Stationen in der Flensburger Förde stattfand, die Eier aber nicht weiterentwickelt waren. Auch kann man sich schlecht vorstellen, daß im gesamten Raum der Förde die verschiedenen Schwärme alle gleichzeitig laichen. Zweitens wäre eine Verfrachtung der Eier ins seichtere Gebiet der Förde — die Stationen lagen alle über tieferen Stellen in der Mitte zwischen beiden Ufern — denkbar, dagegen kann es sich nicht um eine Verfrachtung aus der Förde heraus handeln, da hierfür die Inkubationszeit der Sprotteier zu kurz ist. Die dritte Möglichkeit ist eine Zehrung durch Feinde. Hierbei denke ich einmal an den Sprott selbst, da ich bei Magenuntersuchungen sehr oft Fischeier verschiedener Arten — maximal in einem Magen 30 Dorsch-eier! — fand, zum anderen vor allem an planktische Feinde. Hierfür spricht das massenhafte Vorkommen von Medusen. Über die Bedeutung der Medusen für die Fischbrut wissen wir recht wenig. Für Fischlarven werden sie öfters als arge Räuber angegeben. Daß sie auch Eier fressen, wird meistens nur vermutet. Meines Wissens ist Hensen (1883) der einzige, der mehr zufällig nachwies, daß die Anthomeduse *Sarsia tubulosa* Sprotteier frisst. Die Hauptfeinde aber sind sicherlich die Scyphomedusen.

Die Flensburger Förde ist ein ausgesprochenes Brutgebiet von *Aurelia aurita*. Bei den gefischten Aurelien handelt es sich um Entwicklungsstadien von der Postephyra aufwärts. (Unterscheidungsmerkmale der Ephyren der *Aurelia* von

denen der Cyanea gibt Künn e, 1952.) Ein Knüppelnetzfang (6 Minuten Fangdauer) brachte in der Flensburger Innenförde folgende Anzahl von Aurelien:

| Monat | Anzahl | Durchmesser |
|-------|--------|-------------|
| April | 202 | 1 — 6 cm |
| Mai | 32 | — 9 cm |
| Juni | 12 | — 28 cm |
| Juli | 9 | — 30 cm |

Im Gegensatz zur Flensburger Förde waren im übrigen Untersuchungsraum in der offenen Kieler Bucht bis Juni kaum einzelne Aurelien (maximal 8 im April bei Boknis Eck, also auch schon in Küstennähe!) nachzuweisen. Unsere andere Scyphomeduse Cyanea capillata kam ziemlich gleichmäßig verteilt in der ganzen Bucht vor, doch war auch sie besonders im Juni mit 14 großen Exemplaren im Knüppelnetzfang in der Geltinger Bucht sehr häufig. (Vielleicht hierher mit durch Einstrom verfrachtet, da gleichzeitig *Beroe cucumis* und *Nyctiphantes couchi* nachgewiesen.) *Sarsia tubulosa* trat westlich von Flensburg Feuerschiff im Verhältnis zur übrigen Bucht kaum auf; auch schwebte *Sarsia* hier in tieferen Wasserschichten als die Sprotteier. Eine größere Zehrung der Sprotteier durch das gehäufte Auftreten der Scyphomedusen scheint mir nach dem eben Ausgeführten sicher, bestimmt aber spielen auch die vorgenannten und vielleicht noch unerkannte Faktoren eine nicht zu unterschätzende Rolle.

1953 habe ich keine Untersuchungsfahrten mehr unternommen, doch geht aus Knüppelnetzfängen, die Herr Prof. Dr. R. Kändler im Mai in der Flensburger Förde durchführte, hervor, daß auch für dieses Jahr mit hohen Eizahlen in der Flensburger Förde zu rechnen ist.

Über die Ergebnisse früherer Untersuchungen sei aus den mir zur Verfügung gestellten Protokollen und den Veröffentlichungen berichtet.

1949 fanden keine regelmäßigen Ausfahrten während der Sprottelaiichzeit statt. Für Ergebnisse einzelner Ausfahrten auch in anderen Jahren sei nochmals auf Tabelle 6 hingewiesen, in der alle bisher durchgeführten Ausfahrten im Bereich der Kieler Bucht während der Monate Mai bis August zusammengefaßt sind.

1948 führte R. Kändler (siehe auch Kändler 1949) einige Fahrten durch, die sich meist nach Osten richteten, so daß wir für dieses Gebiet eine gute Übersicht erhalten (Tab. 4). Das Laichen dauerte nicht lange und war nicht sehr intensiv. An- und Abstieg der Laichzeit mit einem Höhepunkt Mitte Juni ist deutlich ersichtlich. Im westlichen Teil scheint der Höhepunkt des Laichens

Tabelle 4.
Sprotteizahlen pro m² in der Kieler Bucht 1948

| Gebiet | Datum | Anzahl d. Stationen | Ø-Eizahl | Max. Eizahl |
|---|---|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Millionenviertel und | 15.—16. IV. 29. IV. | 7 8 | — — | — |
| Gebiet zwischen Langeland und Fehmarn | 18.—19. V. 2. VI. 21. VI. 5.—6. VII. 16.—17. VII. | 7 9 7 10 8 | 11 20 28 3 1 | 28 38 78 6 3 |
| Westlich erstgenannten Gebietes | 15.—16. IV. 18.—19. V. 30.—1. VII. | 4 13 10 | — 31 13 | — 81 30 |

bereits früher erreicht worden zu sein, wodurch auch für dieses Jahr gefolgt werden kann, daß sich die Intensität des Laichens im Laufe der Laichzeit von West nach Ost verlagerte. Die Aprilfahrten dieses Jahres brachten keine positiven Ergebnisse, obwohl schon bei der ersten Ausfahrt die oberen 5 m auf $6,0^{\circ}$ C bis $7,2^{\circ}$ C im ganzen Gebiet zwischen Kleinem Belt und Fehmarn-Belt

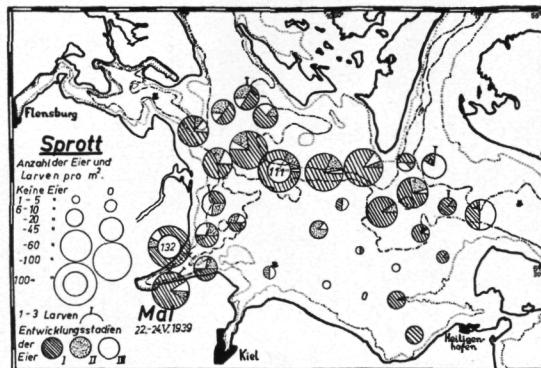


Abbildung 14.

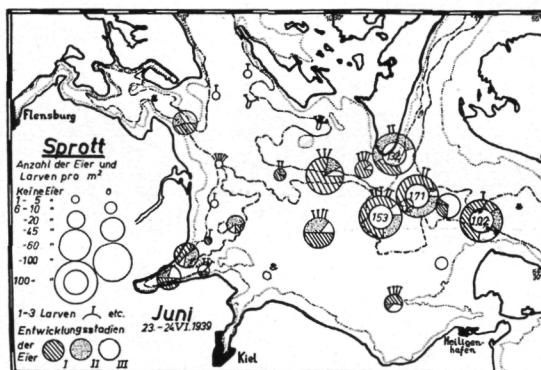


Abbildung 15.

erwärmten. Ob überhaupt kein Laichen stattfand, oder aber ob es nur so gering war, daß es zu dieser Zeit nicht quantitativ zu erfassen war, entzieht sich unseren Kenntnissen.

1939 wurde die Kieler Bucht von K. Krüger systematisch untersucht. Die Auswertung seiner Protokolle ergibt folgendes Bild: Trotzdem der Mittelwert der Eizahlen pro m^2 sich von Mai bis Juni kaum ändert, zeigen doch die Abbildungen 14 und 15, daß sich die Intensität des Laichens in den einzelnen Teilen der Bucht stark gewandelt hat. Im Mai sind im gesamten Tiefengebiet große Mengen Sprotteier, doch fällt die Häufung höherer Eizahlen im westlichen Teil sofort auf. An zwei Stationen wird ein Wert von über 100 Eiern pro m^2 erreicht. Zwischen Langeland und Fehmarn sinken dann die Eizahlen langsam ab. Gerade in diesem Gebiet werden im Juni die höchsten Werte erreicht, während im

Westen das Laichen schon stark nachläßt. Im Juli (Abb. 16) schließlich findet nur noch im Millionenviertel stärkeres Laichen statt. In diesem Gebiet befindet sich nach H. Wattenberg (Umbruchkorrektur 1942) stärker salzhaltiges Wasser, welches von einer vorhergehenden Einstromperiode stammt. Der Strom war bereits vor vier Tagen gekentert, so daß dieses salzigere Wasser völlig von

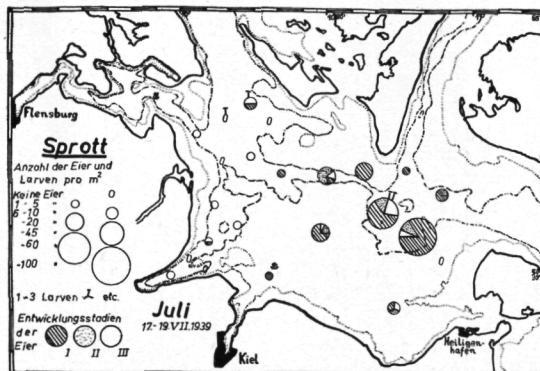


Abbildung 16.

schwächer salzigem umgeben ist. Vielleicht wirkt sich dieser Wechsel im Salzgehalt auf die Laichbereitschaft der Sprotten aus.

1938. Im Zuge einer Gesamtuntersuchung der Ostsee bis einschließlich des Bornholmbeckens wurde Mitte Juni auch die Kieler Bucht untersucht. Eine kurze Notiz hierüber erfolgte durch R. Kändler und H. Wattenberg (1939). Während im Westen nur wenige Sprotteier pro m^2 gezählt wurden, stieg die Eizahl zwischen Millionenviertel und Fehmarn-Belt an drei Stationen auf: 90, 120 und 140 Eier pro m^2 an. Dies deutet zweifellos darauf hin, daß auch damals im östlichen Teil noch stärker gelaicht wurde, während im westlichen Teil der Höhepunkt längst überschritten war.

1935 bis 1942. Vom Feuerschiff Fehmarn-Belt aus wurden in den Jahren 1935 bis 1942 (außer 1940) dreimal monatlich Eiernetzfänge durchgeführt. Tabelle 5 (nach Kändler 1950) zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchungen. Obwohl wir uns hier vor allem mit der horizontalen Verteilung der Sprot-

Tabelle 5.

Anzahl der Sprotteier pro m^2 im Fehmarn-Belt

| Jahr | Mai | | | Juni | | | Juli | | | August | | |
|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|--------|-----|-----|
| | 10. | 20. | 30. | 10. | 20. | 30. | 10. | 20. | 30. | 10. | 20. | 30. |
| 1935 | 12 | 26 | 80 | 83 | 21 | 44 | .. | 24 | 8 | 3 | 2 | — |
| 1936 | 3 | 5 | 78 | 131 | 159 | 137 | 144 | 69 | 30 | 36 | 8 | 8 |
| 1937 | 47 | 36 | 39 | 68 | 207 | 59 | 114 | 81 | 384 | 3 | — | — |
| 1938 | 14 | 17 | 23 | 29 | 6 | 62 | 66 | 72 | 45 | 15 | 3 | — |
| 1939 | 17 | 17 | 12 | 50 | 44 | 41 | 8 | 36 | 15 | 12 | — | — |
| 1941 | — | 5 | 20 | 18 | 68 | 6 | 96 | 3 | — | — | — | 2 |
| 1942 | 3 | 3 | 3 | 12 | 6 | 6 | — | — | — | — | — | .. |

Anmerkung: 3 Eier am 30.4., 2 Eier am 11.9. 1936.

Quelle: Kändler 1950, Tabelle 4.

brut in der Kieler Bucht beschäftigen, gibt uns diese Station doch wesentliche Anhaltspunkte über die Intensität des Laichens in der Bucht, vor allem da ja 1939 und z. T. 1938 die Kieler Bucht selbst auch untersucht wurde. Auffällig ist, daß im Mai in keinem einzigen Untersuchungsjahr der Maximalwert erreicht worden ist. Aus den zuvor besprochenen Untersuchungen geht aber deutlich hervor, daß gerade im Mai im Westteil der Bucht die Höchstwerte festgestellt worden sind. Somit ergibt die Tabelle einen weiteren Beweis dafür, daß in allen Jahren im Ostteil der Bucht das Laichen zunächst nur schwach einsetzt und sich erst verhältnismäßig spät ein Höhepunkt herausbildet, während (wie die vorher besprochenen Untersuchungen gezeigt haben) im Westen der Höhepunkt kurz nach Beginn erreicht wird.

1931 wurden von W. Mielck und C. Künne (1935) auf der Hin- und Rückfahrt zu Untersuchungen in der östlichen Ostsee auch in der Kieler Bucht vier Stationen durchgeführt. Bei der Besprechung der Größengruppen von Sprotteiern komme ich auf diese Ausführungen zurück. Für die horizontale Verteilung der Eier in der Kieler Bucht sind diese Fänge ohne Bedeutung.

1912. Eine laufende Untersuchung der Kieler Förde (Hensen 1916 bis 1920) zeigt im Mai 1912 nur geringe Eizahlen pro m^2 . Anfang Juni steigt die Eizahl auf $\varnothing 71$ Eier an und erreicht Ende des Monats mit $\varnothing 133$ Eiern pro m^2 das Maximum. Mitte Juli werden noch $\varnothing 52$ Eier, Ende Juli $\varnothing 32$, bei der nächsten Ausfahrt, am 23. August, keine Sprotteier mehr gefunden.

1909 und 1911. 1909 führte C. A p s t e i n (1911) in drei Fahrten eine Untersuchung der Kieler Bucht durch. Die Stationen sind über die ganze Bucht vom Kleinen Belt bis Windsgrav verteilt. Im Mai liegt das Maximum mit 99 Eiern pro m^2 bei Schleimünde, im Juni zwischen Alsen und Aerö am Ausgang des Kleinen Beltes mit 444 Eiern, dem Maximalwert aller Untersuchungen in der Kieler Bucht überhaupt, im August schließlich vor Langeland mit 96 Eiern pro m^2 . 1911 werden diese Stationen erneut von A. H e i n e n (1912) untersucht. Im Mai fehlen die Sprotteier an zwei Stationen des westlichen Teils, während sie sonst überall, also auch im Osten vorhanden sind. Der Maximalwert liegt am Ausgang des Kleinen Beltes. Da im Juli und August keine Ausfahrten stattfanden, kann man über die weitere Entwicklung in diesem Jahr nichts aussagen.

1903 bis 1906. Im Rahmen der durch die Internationale Meeresforschung übernommenen Arbeiten wurden etwa Anfang Mai und Anfang August bei Gabelsflach, im Fehmarn-Belt und am Ausgang des Kleinen Beltes je eine Station durchgeführt (H r e n b a u m und S t r o d t m a n n 1904, S t r o d t m a n n 1906 a und 1918). Die Ausfahrten fanden also nur zu Beginn und am Ende der Laichzeit statt, so daß man wenig über den Verlauf des Laichens aussagen kann. Im Mai 1905 wurden nur auf der Fehmarnstation Sprotteier gefunden. Die Wassertemperatur der Oberfläche war aber hier mit $6,4^\circ C$ am höchsten, bei Gabelsflach betrug sie $6,0^\circ C$ und vor dem Kleinen Belt nur $5,3^\circ C$. Wir haben hier einen weiteren Beweis dafür, daß der Sprott erst bei etwa $6^\circ C$ zu laichen beginnt.

Fassen wir nun die sich über 50 Jahre erstreckenden quantitativen Untersuchungen in der Kieler Bucht hinsichtlich der Intensität des Laichens zusammen:

Der Sprott beginnt Ende April, wenn die Wassertemperaturen auf etwa $6^\circ C$ ansteigen, zu laichen. Kurz nach Laichbeginn wird im Westteil der Bucht schon der Höhepunkt erreicht, so daß ab Juni das Laichen in diesem Raum zurückgeht. Im Ostteil beginnt das Laichen gleichzeitig, doch steigen hier die Eizahlen zunächst nur schwach an. Das Maximum wird erst erreicht, wenn sich im Westen schon ein deutliches Sinken der Eizahlen bemerkbar macht. Das Hauptlaichgebiet verschiebt sich also im Laufe der Laichzeit von West nach Ost. Dieser Vorgang muß z. T. durch ein Wandern der Sprottschwärme zu erklären sein, da ein Weibchen ja 2 bis 3 Monate laicht. Wodurch diese Wanderungen

T a b e l l e 6.

Sprotteizahlen pro m² in der Kieler Bucht 1903 bis 1952

| Jahr | Datum | Mai | | | Juni | | | Juli | | | August | | | Literatur | | | |
|------|---------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|------|----------|----|--------|-----|---------|-------------|-----|-----|-----|
| | | Eø | SSt | EM | Datum | Eø | SSt | EM | Datum | Eø | SSt | EM | Datum | Eø | SSt | EM | |
| 1903 | 7.—8. | 58 | 3 | 103 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | 13.—14. | 19 | 3 | 50 | (1) |
| 1904 | 9.—10. | 41 | 3 | 80 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | (2) |
| 1905 | 1.—2. | 2 | 3 | 6 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | 1.—2. | 90 | 3 | 261 | (2) |
| 1906 | 1.—2. | 5 | 3 | 14 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | 1.—2. | 13 | 3 | 24 | (3) |
| 1909 | 20.—24. | 54 | 7 | 99 | 1.—2. | 137 | 6 | 444 | — | .. | — | .. | 14.—17. | 55 | 6 | 96 | (4) |
| 1911 | 16.—25. | 50 | 7 | 153 | 20.—21. | 118 | 6 | 261 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | (5) |
| 1912 | 10.—24. | 6 | 2 | 8 | 7., 28. | 102 | 6 | 279 | 12., 26. | 44 | 5 | 220 | 23. | keine Eier! | | | (6) |
| 1931 | 16. | 23 | 3 | 53 | 7. | 29 | 1 | 29 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | (7) |
| 1938 | — | .. | — | .. | — | .. | — | .. | 14.—16. | 18 | 28 | 140 | — | .. | — | .. | (8) |
| 1939 | 22.—24. | 37 | 32 | 132 | 23.—24. | 36 | 25 | 171 | 17.—19. | 11 | 23 | 96 | — | .. | — | .. | (9) |
| 1948 | 18.—19. | 26 | 20 | 81 | 2., 21. | 20 | 19 | 78 | Anfang | 13 | 10 | 30 | — | .. | — | .. | (9) |
| | | | | | | | | | Mitte | 2 | 19 | 6 | | | | | |
| 1949 | 19.—21. | 10 | 10 | 30 | — | .. | — | .. | 8.—9. | 14 | 4 | 49 | — | .. | — | .. | (—) |
| | | | | | | | | | 26. | — | 4 | — | | | | | |
| 1951 | 16.—17. | 36 | 13 | 136 | 13.—15. | 31 | 22 | 116 | 11.—12. | 10 | 14 | 51 | 6.—8. | 1 | 16 | (5) | (—) |
| 1952 | 6.—21. | 23 | 30 | 69 | 5.—19. | 22 | 23 | 61 | 1.—19. | 13 | 25 | 60 | 7.—9. | 2 | 18 | 8 | (—) |

Abkürzungen: E = Eier pro m², SSt = Anzahl der Stationen, M = Maximalwert.

Literatur: 1 = Ehrenbaum u. Strodtmann, 1904; 2 = Strodtmann, 1906a; 3 = Strodtmann, 1918; 4 = Apstein, 1911; 5 = Heinen, 1912; 6 = Hensen, 1916—1920; 7 = Mielck u. Künne, 1935; 8 = nur z.T. bei Kändler u. Wattenberg, 1939; 9 = nur z.T. bei Kändler, 1949, 1950.

aber hervorgerufen werden, bleibt letztlich ungeklärt. Bekannt ist, daß der westliche Teil der Kieler Bucht einen durchschnittlich höheren Salzgehalt in den oberen Wasserschichten hat, und daß dieses Gebiet stärker eutroph als der Osten ist. Sollten nun die Sprotten zu Laichbeginn durch den höheren Salzgehalt oder die stärkere Eutrophierung nach Westen gezogen werden, was veranlaßt sie dann, recht bald aus diesem Gebiet zu weichen? „Es ist denkbar, daß die Wasserblüte dem Sprot bei der Erlangung der gewohnten Nahrung, die aus Planktoncrustaceen besteht, hinderlich ist, weil sie den Kiemeneusenapparat verunreinigt und verstopft“, schreibt u. a. G. Schneidler (1901, Nr. 4) zur Begründung der Wanderungen von Sprotten aus den Finnischen Schären ins offene Meer. Bekannt ist auch, daß Zooplankton (besonders Copepoden) bei starkem Auftreten von Phytoplankton quantitativ sehr zurückgeht. Durch kontinuierliche Untersuchungen über „Klein“-planktonhäufigkeit während der Sprotlaichzeit könnte man vielleicht eine Antwort finden. Bisher liegen auf diesem Gebiet für die Kieler Bucht keine umfassenden Untersuchungen vor, so daß die wahrscheinlichen Gründe für die Verschiebung der Laichintensität unaufzeigbar sind. Neben dieser West-Ost-Tendenz zeigt sich, daß der Sprot in einzelnen Jahren auch sporadisch in enger begrenzten Gebieten stärker laicht; so z. B. 1951 vor Laboe und 1952 vor dem Großen Belt. Die Flensburger Förde, die nur 1951 und 1952 untersucht wurde, bildet wahrscheinlich ein ständiges, mehr lokalisiertes Laichgebiet.

Mit größeren Schwankungen der Eizahlen in den einzelnen Jahren müssen wir rechnen, da nach meinen Untersuchungen der Sprot der Kieler Bucht durchschnittlich im ersten Jahr geschlechtsreif wird und selten vier Jahre alt wird. Ein ungünstiges Aufwuchsjahr wird sich also schon im folgenden Jahre auf die Eimengen auswirken.

Vergleichen wir nun die Eizahlen einzelner Untersuchungsperioden (Tab. 6, vgl. auch Kändler 1949), so sehen wir, daß die bis 1912 gefundenen großen Mengen später nicht wieder erreicht worden sind. Dies spricht für eine starke Lichtung der Bestände zwischen den beiden Weltkriegen. Ab 1939 schwanken die Erträge um ein wesentlich tieferes Niveau. Einen stärkeren Rückgang seit dieser Zeit (1939) kann man aus den Eizahlen nicht ablesen.

c) Die vertikale Verteilung der Sprotbrut

Schon 1887 fand Hensen, daß die Sprotteier in den oberen Wasserschichten schwimben; dieser Befund wurde späterhin in vielen Gebieten bestätigt. Für unser Gebiet liegen nur für die Jahre 1939 und 1951/52 die Ergebnisse einiger Stufenfänge vor.

Bei Stufenfängen wird die genaue Tiefenangabe, in der die Sprotteier schwimben, nicht immer ganz exakt sein, da die Eizahlen von Fang zu Fang und von Stufe zu Stufe in einigen Fällen erheblich schwanken und der Entscheid durchaus dem subjektiven Urteil des Beobachters überlassen bleibt.

Die Sprotteier werden wir vor allem in der Tiefe erwarten dürfen, in der sie abgelegt worden sind. Darüber hinaus werden sie die Wasserschichten aufsuchen, deren spezifisches Gewicht ihrem eignen entspricht. Über Größe und Entwicklungsstadien in den einzelnen Tiefen kann man kaum etwas aussagen, da die Anzahl der Fänge und ihre Ausbeute gering sind. Kleinere Sprotteier schwimmen meist nicht unmittelbar in den oberen Schichten. Die Größe der Eier nimmt also zu tieferen Schichten hin ab. Die Masse der Sprotteier wurde in den oberen 15 m gefangen. Betrachten wir nun die Ergebnisse:

1951 wurden im Juni auf zwei Stationen alle 5 m Stufenfänge durchgeführt (Abb. 17), die als charakteristisch für die Verteilung der Sprotteier angesehen werden dürfen. Unter 15 m sind im allgemeinen keine Sprotteier vorhanden. Sie schwimmen oft unmittelbar unter der Oberfläche, am häufigsten zwischen 5 m und 10 m. Zu gleichen Ergebnissen führten fast alle Stufenfänge (10-m-Stufen).

Der Salzgehalt in diesen Schichten schwankt etwa von 10‰ bis 20‰, die Temperatur von 6°C bis 12°C (ausnahmsweise bis 17°C). Das spezifische Gewicht der Eier wurde nicht bestimmt (Angaben hierüber sind in der Literatur sehr spärlich: Franz 1910, Nordquist 1901 und Schneider 1900; für das Übergangsgebiet der Beltsee sind mir gar keine bekannt), doch wurden öfters

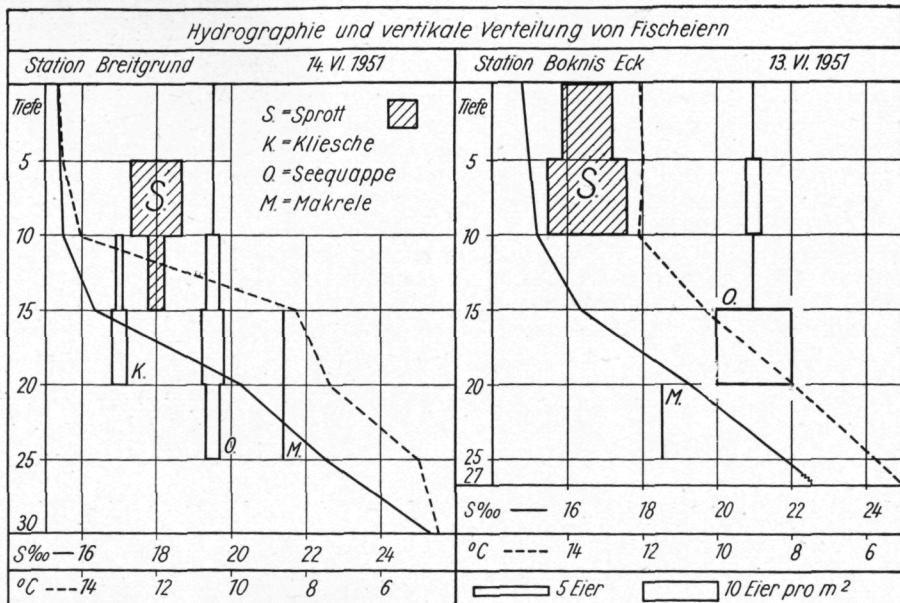


Abbildung 17.

Ringtrawl- und Knüppelnetzfänge in Glashäfen gebracht, die mit Tiefenwasser oder Wasser aus anderen Tiefen gefüllt wurden, so daß wenigstens allgemeine Angaben möglich sind. Tiefenwasser (vom Großen Belt, Windsgrav etc.) bringt alle Eier (auch die anderer Fischarten) zum Aufstieg; bei Wasser aus geringeren Tiefen sinkt dann ein Teil der Eier ab. Sprotteier (seltener Onoseier) schweben meist noch im Oberflächenwasser. Wasser aus 15 m mit einem Salzgehalt von etwa 15‰ bis 20‰ lässt sie stets aufsteigen, daher dürfen auch in der freien See die Eier kaum unter 15 m absinken. Einige Stationen, so Breitgrund und Großer Belt, im Juli 1952 sprechen allerdings dafür, daß Sprotteier in einzelnen Fällen auch unterhalb von 20 m vorkommen. Zu dieser Zeit sinken die Temperaturen auch an den tiefsten Stellen nicht unter 7°C, bei 15 m steigen sie aber stets über 12°C an. Dieser Temperaturbereich entspricht der Laichtemperatur der Sprotten; der Salzgehalt springt etwa bei 20 m von unter 20‰ auf über 25‰, an diesen müssen sich also die Eier (im Ovar schon) angepaßt haben. Auf eine andere Tatsache soll aber noch hingewiesen werden. Bei der Station Breitgrund wechseln im Juli die Planktonverhältnisse sehr stark. Der Fang aus der Tiefe, der die meisten Sprotteier (1 Fg. = 20 Sprotteier) bringt, ist fast phytoplanktonfrei; aus 20 m werden dagegen sehr viel Phytoplankton und wenige Sprotteier (2 Fg. = 7 Eier), aus 10 m wenig Phytoplankton und wieder mehr Eier (2 Fg. = 25 Eier) heraufgebracht. Das Plankton ist also nicht homogen verteilt. Gleiche Beobachtungen werden öfters beim Auftreten von Phytoplankton (Juli/August) ge-

macht. Die Beobachtungen reichen für gesicherte Angaben nicht aus, doch glaube ich, mehr Sprotteier in Fängen ohne, d.h. mit dem bloßen Auge nicht wahrnehmenden, Phytoplankton gefunden zu haben. Ob die Sprotteier nun in vorwiegend Phytoplankton-ärmeren Wasser sind, oder ob durch das Verstopfen der Netzmärschen eine schwächere Durchfischung erfolgt, bleibt ungeklärt. Jedenfalls kann die Häufung von Sprotteiern im tieferen Wasser im Juli sowohl biologische als auch methodische Ursachen haben. Die Untersuchungen im Juni 1939 (3 Stat.) zeigen die Sprotteier für die oberen 15 m, die im Mai unterhalb 15 m auf. Die hydrographischen Daten zu diesen Stationen gingen durch Kriegseinwirkung verloren. Nach der Wetterlage, der Verteilung des Salzgehaltes an der Oberfläche (Wattenberg, Umbruchkorrektur 1942) und den Feuerschiffsbeobachtungen (Deutsche Seewarte 1941) dürfen wir im Mai 1939 mit einem starken Rückgang des Salzgehaltes in der ganzen Kieler Bucht rechnen, so daß im mittleren Teil der Bucht, in welchem die Stationen stattfanden, ein Salzgehalt von ca. 17 ‰ erst bei 20 m auftritt. Gerade zwischen 15 m und 20 m wurde die Masse der Sprotteier nachgewiesen. Die Temperatur am Boden (Feuerschiff Fehmarn Belt) beträgt, seit Ende April gleichbleibend, 6,2° C bis 6,8° C. Es ist daher durchaus wahrscheinlich, daß die Sprotten in etwas tieferen Schichten bei „gewohntem“ Salzgehalt laichen. Im Juni ist der Salzgehalt wieder angestiegen, und die Eier schweben nun höher.

Wenn also nicht außergewöhnliche hydrographische Bedingungen gegeben sind, finden wir die Sprotteier immer oberhalb von 15 m Tiefe im gesamten Raum der Kieler Bucht.

d) Die Größe der Eier und die Entwicklungsstadien

Die Größe der Eier wird fast vollständig durch osmotische Vorgänge im Ovar bedingt (Strödtmann 1906b). Gegen Ende der Reife erreichen die Eier durch Wasseraufnahme aus der Ovarialflüssigkeit nahezu ihre volle Größe. Nach Verlassen des Ovars tritt nur noch eine geringe Aufquellung ein. Bei weiter entwickelten Eistadien ist die Eihaut im lebenden Zustand für osmotische Vorgänge so gut wie undurchlässig. (Von der künstlichen Aufzucht von Dorschen ist auch bekannt [Dannevig 1915], daß befruchtete Eier mit Süßwasser gereinigt werden, ohne Schaden zu nehmen.) Eine Größenveränderung wurde (auch noch nach Strödtmann 1906b), auch wenn der Salzgehalt geändert wurde, bei reifen, befruchteten Eiern nicht beobachtet.

Es ist bekannt, daß die pelagischen Eier ein und derselben Fischart in der Nordsee wesentlich kleiner sind als in der Ostsee (Ehrenbaum und Strödtmann 1904 u.a.). In der Ostsee selbst nimmt die Größe der Eier von Westen nach Osten zu, während der Salzgehalt abnimmt. Außerdem weisen vorgenannte Autoren auch noch darauf hin, daß Eier in ein und demselben Gebiet (besonders Ostseel) von der Oberfläche zum Boden hin an Größe abnehmen; eine Feststellung, die für Sprotteier von H. Höglund (1938) und auch durch eigene Untersuchung bestätigt wird. Hier liegt also (außer erblich bedingten Eigenschaften?) eine osmoregulatorische Beziehung — hauptsächlich über die Ovarialflüssigkeit — zwischen der Eigröße und den hydrographischen (= osmotischen) Faktoren vor.

Weiterhin ist bekannt (Heincke und Ehrenbaum 1900, Hefford 1910, u.a.), daß die Eigröße mit Fortschreiten der Laichperiode innerhalb eines begrenzten Gebietes sich bei derselben Fischart verringert. Für den Sprott bedeutet dies also, daß seine Eigröße dann abnimmt, wenn auch das spezifische Gewicht wie die Viskosität des Wassers — durch Temperaturerhöhung — abnehmen. Auf diese Inkonsistenz wies bereits H. Höglund (1938) hin. Dieser Vorgang ist sehr wahrscheinlich von der Menge der vorhandenen „Reservestoffe“, die im Laufe der Laichzeit von den Weibchen resorbiert werden, abhängig.

Betrachten wir zunächst die Eigröße im Verlaufe der Laichzeit: Abbildung 18 und Tabelle 7 zeigen uns die Werte für 1952. Wir sehen, wie sich das Maximum von Monat zu Monat verschiebt. Die Messung der Eier erfolgte unter einem Mikroskop in Strich ($1' = 0,048$ mm). Nochmals sei darauf hingewiesen, daß die Eier in 3% Formalinlösung konserviert waren.

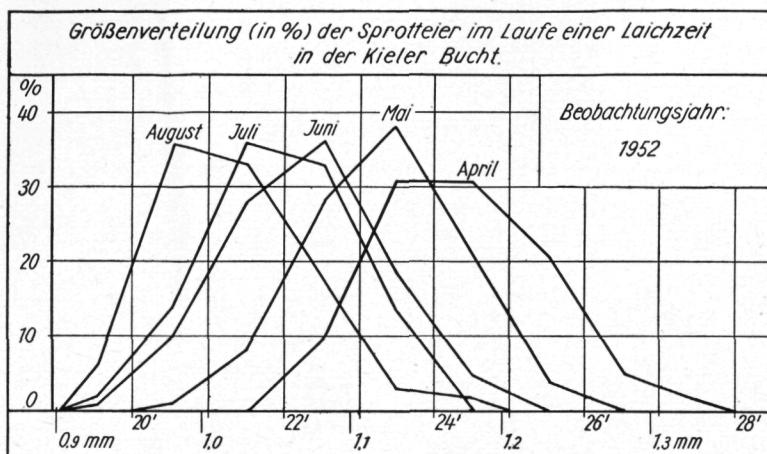


Abbildung 18.
(Mittelwerte siehe Tabelle 7.)

T a b e l l e 7.

Durchschnittliche Größe der Sprotteier im Laufe der Laichzeit 1952

| Monat | Tag | \varnothing Größe (mm) | A in ' | m | n |
|--------|------------------|--------------------------|--------|------|--------|
| April | 28.—29. | 1,17 | 24,07 | 0,07 | 287 *) |
| Mai | 24.—17. | 1,12 | 23,07 | 0,05 | 510 |
| Juni | 5.—7. u. 17.—19. | 1,07 | 22,05 | 0,05 | 525 |
| Juli | 16.—19. | 1,05 | 21,71 | 0,07 | 195 |
| August | 7.—9. | 1,02 | 21,05 | 0,18 | 42 |

A n m e r k u n g : Es wurden nur Eiernetzfänge berücksichtigt.

*) Nur im April wurden KN- u. RTFg. hinzugezogen.

Am Anfang der Laichzeit haben die Sprotteier den größten Durchmesser; er nimmt im Laufe der Laichzeit ab, so daß er an ihrem Ende um 9% (0,15 mm) kleiner ist. Abbildung 19 zeigt denselben Vorgang für einzelne Gebiete näher auf. Auch hier treten die gleichen Veränderungen deutlich hervor. Im Laufe der Laichzeit verringert sich überall die \varnothing Größe der Eier; eine einzige Ausnahme macht die Junikurve im Gebiet des Millionenviertels. Während der \varnothing Durchmesser von April bis Mai nur wenig kleiner wird, nimmt er im Juni stark ab, um im Juli wieder zuzunehmen. Im August fällt er dann wieder. Sehen wir uns für diesen Zeitraum die hydrographischen Daten (Tabelle 3) an, so stellen wir fest, daß im Juni stark salzhaltiges Wasser (\varnothing höchster Salzgehalt in allen Tiefenstufen während meiner Untersuchungsfahrten 1952!) aus dem Kattegat in die östliche Kieler Bucht eingedrungen war. Dieser hydrographische Vorgang wird also durch den \varnothing Durchmesser der Sprotteier widergespiegelt.

Abbildung 20 zeigt noch einmal zusammenfassend die Abnahme des mittleren Durchmessers des Sprotteis während der Laichzeiten 1951 und 1952.

Die Verteilung der Entwicklungsstadien an den einzelnen Stationen geht aus den Abbildungen 3 bis 11 und 14 bis 16 hervor. In Tabelle 8 ist noch einmal für die Hauptlaichmonate eine Zusammenfassung gegeben. Wir stellen fest,

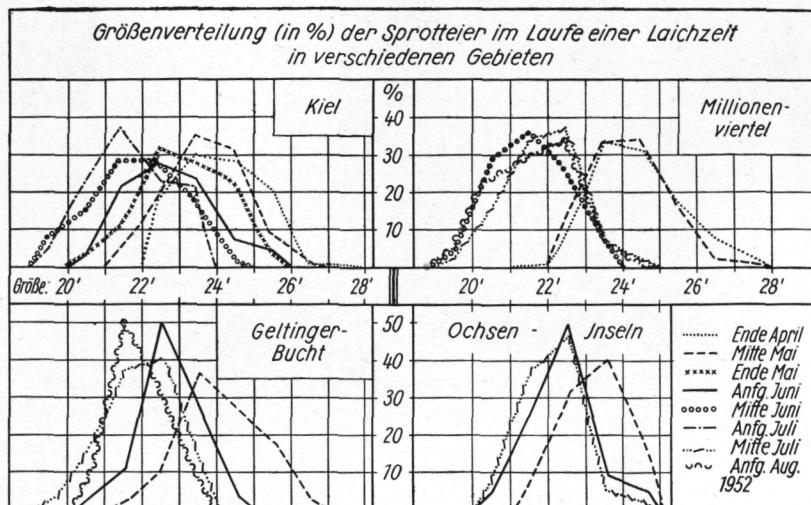


Abbildung 19.

Anmerkung: Den Werten liegen Messungen an je 100 Eiern aus KNFg. zugrunde.

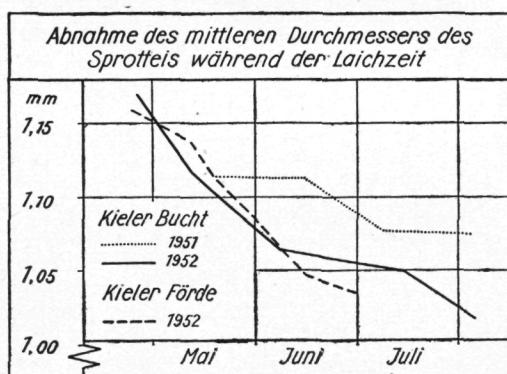


Abbildung 20.

daß im Mai das 0-Stadium stärker vertreten ist als in den folgenden Monaten. Dies ist zweifellos auf den Beginn der Laichzeit zurückzuführen; dementsprechend treffen wir natürlich spätere Entwicklungsstadien in den beiden folgenden Monaten häufiger als im Mai an. Für 1939 möchte ich auf die Darlegung der Entwicklungsstadien verzichten, da sie, wie früher gezeigt, auf einem anderen Einteilungssystem beruhen.

T a b e l l e 8
Entwicklungsstadien der Sprotteier 1951/52

| Jahr | Datum | Tag | Entwicklungsstadien in Prozenten | | | | | | Anzahl |
|------------------|-------|---------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|-----|-------|--------|
| | | | 0 | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{2}$ | $\frac{3}{4}$ | 1 | Summe | |
| 1951 | Mai | 16.—17. | 65 | 15 | 12 | 7 | 1 | 100 | 457 |
| | Juni | 13.—15. | 58 | 26 | 11 | 4 | 1 | 100 | 864 |
| | Juli | 11.—12. | (72) | (14) | (11) | (3) | (—) | (100) | 90 |
| 1952 | Mai | 14.—17. | 71 | 23 | 4 | 2 | 0 | 100 | 510 |
| | Juni | 5.—19. | 55 | 31 | 11 | 3 | 0 | 100 | 525 |
| | Juli | 16.—19. | 48 | 40 | 6 | 6 | — | 100 | 195 |
| Summe 1951/52 | Mai | siehe | 68 | 19 | 8 | 4 | 1 | 100 | 967 |
| | Juni | oben | 57 | 27 | 11 | 4 | 1 | 100 | 1389 |
| | Juli | | 55 | 32 | 8 | 5 | — | 100 | 285 |
| Summe | | | 61 | 25 | 9 | 4 | 1 | 100 | 2641 |

Anmerkung: Die Zahlen beruhen nur auf der Auswertung von Eiernetzfängen. April und August wurden wegen zu geringer Zahl der Eier nicht in die Tabelle aufgenommen.

Ehe ich nun zur Besprechung der Larven übergehe, will ich noch zu den Ausführungen von W. Mielck (Mielck und Künnne, 1935) Stellung nehmen. Mielck schreibt (pag. 39): „Besonders bemerkenswert ist das Vorkommen mehrerer Größengruppen von Sprotteiern in der westlichen Beltsee“. Er führt das Auftreten verschiedener Größengruppen auf die Herkunft des Wassers zurück. Allerdings treten bei Mielck die Größengruppen gerade im Gebiet zwischen Millionenviertel und Aerö auf (37 und 86 Eier!), während sie in der Hauptströmungsstraße des Fehmarn-Belts (129 Eier!) fehlen. Über die Entwicklungsstadien ist nichts gesagt. Ein Auftreten von verschiedenen Größengruppen habe ich bei der Messung von über 5000 Eiern während meiner Untersuchungen nicht nachweisen können. Wohl variiert die Größe der Eier in einigen Gebieten (vor allem in der östlichen Bucht, Abb. 19) stärker, in anderen (Flensburger Förde, Abb. 19) weniger stark, doch wurden nie zwei Maxima gefunden. Ich muß daher annehmen, daß das Material von Mielck für derartige Aussagen zu gering ist.

e) Die Verbreitung der Larven und ihr Wuchs (mit Bemerkungen zur Pigmentierung von Sprott- und Heringslarve)

Bei der Behandlung der horizontalen Verteilung der Sprottbrut ist zum Teil auch die Verbreitung der Larven besprochen worden; die Anzahl der Larven pro m^2 ist in den Abbildungen dieses Teiles der Arbeit wiedergegeben. Es wurden nur im Juni 1952 größere Mengen an Larven im östlichen Teil der Bucht nachgewiesen. Ob diese nun durch Strömungen hierher verfrachtet wurden oder ob die Larven von einem stärkeren Laichen in diesem Gebiet stammten, ist schwer zu entscheiden. Es handelt sich fast ausschließlich um frischgeschlüpfte, wenige Tage alte Individuen. Bei den übrigen Fahrten finden wir nur vereinzelt Larven, sie treten meistens in Gebieten mit \varnothing hohen Eizahlen und späten Entwicklungsstadien auf.

Über die vertikale Verteilung der Sprottlarven kann auf Grund der Eiernetzfänge berichtet werden. Die größten mit dem Eiernetz erbeuteten Larven messen 12 mm. Die Masse der Sprottlarven hält sich in den oberen 10 m (in äußerst wenigen Fällen wahrscheinlich noch tiefer) auf. Nach der mir bekannten

diesbezüglichen Literatur bestehen noch Unklarheiten über die vertikale Verteilung der Sprottlarven. F. S. Russell (1928 und 1930) fing vor allem nachts in den oberen Schichten wesentlich mehr Sprott- und Sardinenlarven (bis 24 mm, mit einem 2-m-Ringtrawl) als am Tage. Er schreibt (1928, pag. 835): „At dawn they had left the surface layers, but large numbers were still caught from 20 metres downwards.“ Er schließt also auf eine starke Vertikalwanderung der Sprottlarven im Laufe des Tages zu bodennahen Wasserschichten. Fänge in diesen Tiefen mit einem Spezialnetz schlugen jedoch fehl, d. h., es wurden nicht die erwarteten großen Mengen Clupeidenlarven gefangen. H. Höglund (1938) hatte die größte Ausbeute an Sprottlarven in den obersten Wasserschichten, dies spricht seiner Meinung nach entschieden gegen Russells Annahme, daß die Sprottlarven sich tagsüber in Bodennähe aufhalten. Meine Ergebnisse stimmen mit Höglund überein. Ich glaube, daß Russells Ergebnisse darauf zurückzuführen sind, daß die größeren Larven am Tage in den oberen vom langwelligen Licht durchdrungenen Wasserschichten dem Netz ausweichen. Diese Annahme wird dadurch bekräftigt, daß sich in der Schlei und dem Nord-Ostsee-Kanal, die sehr trübes Wasser haben, mit dem 1-m- und 2-m-Ringtrawl Clupeiden bis über 7 cm fangen lassen.

Auf alle Unterscheidungsmerkmale der beiden in der westlichen Ostsee vorkommenden Clupeidenlarven, Hering und Sprott, soll hier nicht ausführlich eingegangen werden. (Angaben hierüber siehe: Ehrenbaum und Strodtmann (1904); Ehrenbaum (1909); Lebour (1921) und andere Autoren.) Näher behandelt sei jedoch die Pigmentierung dieser beiden Larven in unserem Gebiet. Für die Färöer-Inseln liegen in dieser Hinsicht Untersuchungen von V. Tåning (1936) vor. Danach unterscheiden sich beide Arten in diesem Gebiet durch Anordnung und Anzahl der Melanophoren beiderseits der Chorda in der Schwanzspitze. Supracaudal hat der Hering 3 bis 5, selten 2 und sehr selten nur eine Melanophore, eine aber ist immer vorhanden. Ventral sind stets mehrere eng nebeneinanderliegende Melanophoren. Für den Sprott trifft für den ventralen Teil dasselbe zu, doch beobachtete V. Tåning dorsal bei Sprottlarven selten Melanophoren. Er schreibt (pag. 8): „Among the many hundreds of specimens I have examined it is only very rarely that I have found 2 or even once 3 melanophores in the Sprat at this spot.“ Danach kann man also im Gebiet der Färöers beide Arten fast völlig an Hand der verschiedenen Pigmentierung trennen. Da ein derartiges Unterscheidungsmerkmal leichter beim Bestimmen der Larven herangezogen werden kann, als die sonst bekannten Unterscheidungsmerkmale (vor allem Myomerenzahl und Entwicklung der Flossen bei verschiedener Größe), wurden die Larven beider Arten in dieser Hinsicht geprüft. Tabelle 9 zeigt das Ergebnis. Bei der Zählung der infracaudalen Melanophoren

Tabelle 9

Häufigkeit der caudalen Melanophoren bei Sprott- und Heringslarve (%)

| Anzahl | 1. Anzahl der supracaudalen Melanophoren | | | | | | S. | | | |
|--|--|----|----|----|----|----|-------|---|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | ? | | | | |
| Sprott | 62 | 16 | 16 | 4 | — | 2 | 100 % | | | |
| Hering | 3 | 15 | 55 | 15 | 3 | 9 | 100 % | | | |
| 2. Anzahl der infracaudalen Melanophoren | | | | | | | | | | |
| Anzahl | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | S. |
| Sprott | 4 | 5 | 19 | 28 | 30 | 8 | 5 | — | 1 | 100 % |
| Hering | — | 3 | 10 | 16 | 26 | 24 | 14 | 2 | 5 | 100 % |

Anmerkung: Nähere Angaben im Text.

wurde etwa $\frac{1}{5}$ der Larven nicht berücksichtigt, da die Pigmentierung ineinander verließ; bei den supracaudalen Melanophoren wurden die Zweifelsfälle in der Spalte „?“ aufgeführt. Die Zählungen wurden an etwa 120 Larven jeder Art mit einer Größe von 4 mm bzw. 6 mm bis 12 mm durchgeführt. Alle Larven stammen aus den verschiedensten Teilen der Kieler Bucht. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Pigmentierung von Ort zu Ort um diese „Mittelwerte“ stärker schwankt. Aufällig ist vielleicht, daß die 3% nicht supracaudal pigmentierter Heringslarven alle 6 mm bis 8 mm waren, drei weitere frisch geschlüpfte Heringslarven von 5,5 mm hatten überhaupt kein caudales Pigment und blieben völlig unberücksichtigt bei der Aufstellung der Tabelle. Aus der NW-Nordsee bildet übrigens W. Schenck (1929, Fig. 10a) auch eine supracaudal nicht pigmentierte Heringslarve von 6 mm ab.

Zusammenfassend kann man sagen, daß sich auch in der Kieler Bucht Sprott- und Heringslarven in ihrer Pigmentierung unterscheiden. Das untersuchte Merkmal überschneidet sich jedoch in viel stärkerem Maße als etwa im Gebiete der Färöers, so daß es nicht zur einwandfreien Unterscheidung herangezogen werden kann. An dieser Stelle ist es wohl richtig, noch einiges Allgemeines über das Auftreten des Pigmentes beim Sprott im Laufe der Larvalentwicklung zu sagen. Ich muß mich jedoch auf das schwarze Pigment beschränken, da der größte Teil der Untersuchungen an fixiertem Material durchgeführt wurde.

Gegen Ende der Laichzeit (etwa Eistadium $\frac{3}{4}$) tritt feinverteiltes schwarzes Pigment im dorsalen Teil des Vorderkörpers des Embryos auf. Dieses Pigment ist auch bei der schlüpfenden Larve gleich fein verteilt. Aus im April 1952 gefischten Eiern schlüpfenden Larven maßen 2,90 mm bis 2,95 mm (Wassertemperatur etwa 12° C) und erreichten in drei Tagen eine Länge bis zu 3,5 mm. Diese Schlupfgröße liegt wesentlich unter der von Ehrenbaum (1909) gemessenen, der

Tabelle 10

3,6 mm feststellte. Sie stimmt mit Angaben bei J. T. Jenkins (1902), M. Lebour (1921) und anderen Autoren, die etwa 3,0 mm maßen, gut überein. Die Pigmentierung der Augen war bei einer Durchschnittslänge von 4,5 mm erfolgt. Die größten Sprottlarven mit unpigmentierten Augen maßen 4,8 mm und hatten noch einen Dottersack. Die kleinste Larve mit pigmentierten Augen war nur 4,3 mm lang, ihr Dotter war bereits aufgezehrt. Die Pigmentierung der Augen tritt mit Resorption des Dotters auf. E. Ehrenbaum (1909) gibt etwa 4,7 mm, W. Mielck (Mielck und Künne, 1935) ♂ 5,0 bis 5,9 mm Länge bei Auftreten des Augenpigmentes und gleichzeitiger Dotterresorption an. Die Werte schwanken also beträchtlich. Für die Färöers gibt V. Tåning (1936) die Größe zwischen 5 mm und 6 mm an.

Das Auftreten von anderen Körperpigmenten wurde nicht näher geprüft. Hierüber finden sich ausführliche Angaben bei E. Ehrenbaum (1909).

Größe und Wachstum der Larven geht aus Tabelle 10 hervor. Die Werte beruhen sowohl auf Eiernetzfängen, als auch auf 1-Meter-Ringtrawl- und Knüppelnetzfängen im gesamten Untersuchungsgebiet. Durchschnittswerte zu errechnen wäre sinnlos, da der Sprott während der ganzen Zeit laicht. Betrachten wir nur die Maximallänge, so sehen wir ein Ansteigen der Werte von 6 mm im Mai auf 13 mm im Juni und schließlich auf 24 mm im Juli. Größere Larven sind mit dem Knüppelnetz nicht mehr erbeutet worden. Mit einer Besteckwade fing ich dann Anfang September Jungsprotten von 45 mm bis 51 mm. Diese Jungfische werden im Zusammenhang mit dem Wachstum der vollentwickelten Fische in einer nachfolgenden Arbeit behandelt.

Zusammenfassung

Laichen, Laichbedingungen und Laichplätze des Sprottes wurden in der Kieler Bucht eingehend untersucht.

1. Die Intensität des Laichens verschiebt sich in der Kieler Bucht während der Laichzeit von West nach Ost; die Flensburger Förde bildet ein mehr lokalisiertes Laichgebiet.
2. Die Sprotteier schwaben bei einem Salzgehalt von ♂ 15^{0/00} bis 20^{0/00} und Temperaturen von 6°C bis 12°C in Tiefen oberhalb von 15 m. (Nur bei außergewöhnlichen hydrographischen Bedingungen ändert sich die Tiefengrenze.)
3. Die Größe der Sprotteier nimmt mit Fortschreiten der Laichzeit und Ansteigen des Salzgehaltes ab.
4. Die Sprottlarven halten sich in den höheren Wasserschichten auf.
5. Die caudale Pigmentierung von Sprott- und Heringslarve kann nicht zur Unterscheidung der beiden Arten herangezogen werden.
6. Die Maximallänge der heranwachsenden Tiere beträgt: Mai = 6 mm, Juni = 13 mm, Juli = 24 mm und Anfang September = 51 mm.

Literaturverzeichnis

(In dieses Verzeichnis wurden nur die im Text direkt erwähnten Arbeiten aufgenommen; weitere Literatur siehe: Morawa 1953.)

- Apstein, C.: Die Verbreitung der pelagischen Fischeier und Larven in der Beltsee und den angrenzenden Meeresteilen 1908/09. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, XIII, Nr. 20, 1911.
- Aurich, H. J.: Die Verbreitung der pelagischen Fischbrut in der südlichen Nordsee während der Frühjahrsfahrten 1926—1937 der deutschen Forschungsschiffe Poseidon und Makrele. Helgol. Wiss. Meeresunters., II, Heft 2, 1941.

- Brändt, K.: Vorwort (zu Busch, W.: Über das Plankton der Kieler Förde im Jahre 1912/13). Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, XIII, 1916—1920.
- Dannevig, A.: Flödevigen, eine norwegische Brutanstalt für Meeresfische. Fischerbote, VII, Nr. 3, 4, 1915.
- Deutsche Seewarte: Meereskundliche Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen. Jahr 1939, Deutsche Seewarte, 1941.
- Deutscher Wetterdienst, Wetteramt Schleswig: (versch. Wetterberichte für die Zeit meiner Untersuchungen), 1951 und 1952.
- Ehrenbaum, E.: Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton, 1909.
- und Strodtmann, S.: Eier und Jugendformen der Ostseefische. (I. Bericht.) Wiss. Meeresunters., Helgol., N. F., VI, Heft 1, 1904.
- Franz, V.: Untersuchungen über das spezifische Gewicht der planktonischen Fischeier. Wiss. Meeresunters., Helgol., N. F., IX, 1910.
- Furnestin, J.: Observations sur le Sprat des Cotes Meridionales de France. Rev. d. Trav. Office d. Peches Mar., XIV, H. 1—4, 1948.
- Hefford, A. E.: Notes on Teleostean Ova and Larvae. Journ. Mar. Biol. Assoc., Plymouth, Vol. IX, 1910.
- Heidrich, H.: Über die Fortpflanzung von *Clupea sprattus* in der Kieler Bucht. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F., XX, H. 1, 1925.
- Heincke, F., u. Ehrenbaum, E.: Die Bestimmung der freischwimmenden Fischeier und die Methodik der Eimeßungen. Wiss. Meeresunters., Helgol., N. F., III, 1900.
- Heinen, A.: Die planktonischen Fischeier und Larven der Ostsee. Wiss. Meeresunter., Abt. Kiel, XIV, 1912.
- Hensen, V.: Über das Vorkommen und die Menge der Eier einiger Ostseefische, insbesondere derjenigen der Scholle, der Flunder und des Dorsches. IV. Ber. d. Komm. z. Unters. d. Dtsch. Meere in Kiel, Jg. 7—9, 1883.
- Über die Bestimmung des Planktons (oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Thieren). Ibid., V. Bericht, Jg. 12—16, 1887.
- Die treibenden Fischeier und Larven der westlichen Ostsee. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F., XVIII, 1916—1920.
- Hebble, Ch.: Sprat and Sprat-Fishery on the Baltic Coast of Sweden. Medd. fr. kungl. Lauth., Nr. 262, 1927.
- Högglund, H.: Über die horizontale und vertikale Verteilung der Eier und Larven des Sprottes (*Clupea sprattus* L.) im Skagerrak-Kattegatgebiet. Svensk. Hydrogr.-Biol. Komm. Skr., N. S., II, Nr. 2, 1938.
- Jenkins, J. T.: Altersbestimmungen durch Otolithen bei den Clupeiden. Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, N. F., VI, 1902.
- Kändler, R.: Die Häufigkeit pelagischer Fischeier in der Ostsee als Maßstab für die Zu- und Abnahme der Bestände. Kieler Meeresforschungen, VI, 1949.
- Jahreszeitliches Vorkommen und unperiodisches Auftreten von Fischbrut, Medusen und Decapodenlarven im Fehmarnbelt in den Jahren 1934—1943. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., N. F., XII, 1950.
- und Wattenberg, H.: Einige Ergebnisse der Untersuchungsfahrten mit dem R. F. D. „Poseidon“ in der westlichen Ostsee 1938. Ibid., IX, 1939.
- Künne, Cl. f.: Untersuchungen über das Großplankton in der Deutschen Bucht und im Nordsylter Wattenmeer. Helgol. Wiss. Meeresunters., IV, H. 1, 1952.
- Lebour, M.: The Larval and Postlarval Stages of the Pilchard, Sprat and Herring, from Plymouth District. Journ. Mar. Biol. Assoc., N. S., Vol. XII, Nr. 3, 1921.
- Mielck, W., und Künne, Cl.: Fischbrut und Planktonuntersuchungen auf dem R. F. D. „Poseidon“ in der Ostsee, Mai-Juni 1931. Wiss. Meeresunters., Helgol., XIX, 1935.
- Morawa, F.: Beiträge zur Biologie des Sprottes (*Clupea sprattus* L.) in der Ostsee. Dissertation, Kiel 1953.
- Nordquist, O.: År 1900 verkstääda Undersökningar rörande nagra Haffiskars Lek och Förekomsten af dersa Ägg och Yngeli Finska Viken. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, XX, Nr. 7, 1901.

- Russell, F. S.: The Vertical Distribution of Marine Macroplankton. II. Journ. Mar. Biol. Assoc., Plymouth, Vol. XIV, N. S., Nr. 1, 1926.
- The Vertical Distribution of Marine Macroplankton. VIII. Ibid., Vol. XV, N. S., Nr. 3, 1928.
- The Vertical Distribution of Marine Macroplankton. IX. Ibid., Vol. XVI, N. S., Nr. 2, 1930.
- Schnakenbeck, W.: Entwicklungsgeschichtliche und morphologische Untersuchungen am Hering. Ber. d. Dtsch. Wiss. Komm. f. Meeresforsch., V, H. 2, 1930.
- Schneider, G.: Ichthyologische Beiträge. Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica, XX, Nr. 1, 1900.
- Ichthyologische Beiträge. II. Ibid., XXII, Nr. 4, 1901.
- Strödtmann, S.: Laichen und Wandern der Ostseefische. Wiss. Meeresunters., N. F., Helgol., VII, 1906a.
- Zur Biologie der Ostseesprotten. Mitt. Dtsch. Seefisch.-Ver., XXII, Nr. 12, 1906b.
- Weitere Untersuchungen über Ostseefische. Wiss. Meeresunters., N. F., Helgol., XIV, 1918.
- Tåning, Å. V.: Young Herring and Sprat in Faroese Waters. Meed. f. Komm. f. Havund, Ser. Fisk., X, Nr. 3, 1936.
- Wattenberg, H.: Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. Kieler Meeresforsch., VI, 1949.
- u. s., aber mit Anhang: Die Ausfahrten in die Kieler Bucht und ihre Ergebnisse. Umbruchkorrektur! (Kieler Meeresforsch., V, H. 2, 1942, nicht erschienen!)

