

# Die Verbreitung der pelagischen Fischbrut in der südlichen Nordsee während der Frühjahrsfahrten 1926—1937 der deutschen Forschungsschiffe „Poseidon“ und „Makrele“.

VON HORST JOACHIM AURICH.

(Aus der Biologischen Anstalt auf Helgoland<sup>1)</sup>)

(Mit 16 Abbildungen im Text.)

## I n h a l t.

	Seite
Fragestellung . . . . .	184
Material und Art der Darstellung . . . . .	184
<b>Die Verbreitung der Brut bei den einzelnen Arten . . . . .</b>	<b>185</b>
<i>Clupea sprattus</i> . . . . .	185
<i>Engraulis encrasicolus</i> . . . . .	190
<i>Argentina silus</i> . . . . .	190
<i>Maurolicus mülleri</i> . . . . .	190
<i>Anguilla vulgaris</i> . . . . .	190
<i>Ammodytes marinus</i> und <i>tobianus</i> . . . . .	190
<i>Gadus morrhua</i> . . . . .	191
<i>Gadus aeglefinus</i> . . . . .	195
<i>Gadus merlangus</i> . . . . .	195
<i>Gadus minutus</i> . . . . .	200
<i>Gadus luscus</i> . . . . .	200
<i>Onos cimbrius</i> und <i>mustela</i> , <i>Arnoglossus lan-</i> <i>terna</i> , <i>Scophthalmus norvegicus</i> . . . . .	200
<i>Molva molva</i> . . . . .	201
<i>Centronotus gunellus</i> . . . . .	202
<i>Callionymus lyra</i> . . . . .	202
<i>Gobius minutus</i> . . . . .	203
<i>Aphya pellucida</i> und <i>Crystallogobius linearis</i> . . . . .	204
<i>Drepanopsetta platessoides</i> . . . . .	204
<i>Pleuronectes platessa</i> . . . . .	204
<i>Pleuronectes limanda</i> . . . . .	210
<i>Pleuronectes flesus</i> . . . . .	211
<i>Pleuronectes microcephalus</i> . . . . .	212
<i>Rhombus maximus</i> . . . . .	212
<i>Rhombus laevis</i> . . . . .	212
<i>Solea lutea</i> . . . . .	213
<i>Trigla gurnardus</i> und <i>hirundo</i> . . . . .	213
<i>Cottus scorpius</i> . . . . .	214
<i>Cottus bubalis</i> . . . . .	214
<i>Agonus cataphractus</i> . . . . .	214
<i>Liparis vulgaris</i> . . . . .	214
<i>Ctenolabrus rupestris</i> . . . . .	214
<i>Caranx trachurus</i> . . . . .	214
<i>Scomber scombrus</i> . . . . .	214
<b>Die Beziehungen der Brutverteilung zum Lebensraum . . . . .</b>	<b>215</b>
Der Einfluß der Temperatur-Verhältnisse . . . . .	216
Der Einfluß des Salzgehalts . . . . .	219
Der Einfluß der Strömungen . . . . .	220
Die artenmäßige Zusammensetzung der Fischbrut-Fänge . . . . .	220
Die Beziehungen zur Plankton-Verbreitung . . . . .	222
<b>Zusammenfassung . . . . .</b>	<b>223</b>
<b>Schrifttum . . . . .</b>	<b>223</b>

1) Das Material wurde mit Hilfe von Mitteln des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft gesammelt, die Bearbeitung mit Unterstützung der Stiftung „Fischereikasse“ der Biolog. Anstalt auf Helgoland durchgeführt.

## Fragestellung.

Bei den Untersuchungen über die Verbreitung der pelagischen Fischbrut stehen drei Fragen im Vordergrund:

1. Die nächstliegende Frage ist die nach der Abhängigkeit der Brutverbreitung von den verschiedenen Einflüssen des Lebensraumes. Da die Eier und Larven nur eine recht kurze, pelagische Phase im Gesamtleben der Fische darstellen, wirkt die überwiegende Zahl der Außenfaktoren mehr mittelbar, auf dem Umwege über die Lebens- und Laichbedürfnisse der geschlechtsreifen Tiere, auf die Verteilung der Brut ein, im Gegensatz zu den Formen des Holoplanktons, das vermöge seiner Fähigkeit der Eigenvermehrung unmittelbar und aktiv auf die Einflüsse des Lebensraumes reagieren kann. Allein die Strömungen und Dichteverhältnisse des Wassers können durch ihren rein mechanischen Einfluß auf den Transport und das Schwebevermögen der Brut von unmittelbarer Bedeutung für deren Verteilung werden. Unsere Untersuchungen werden somit letzten Endes darauf hinauslaufen, aus der Verbreitung der Brut den Einfluß des Lebensraumes auf die Laichablage der verschiedenen Arten abzuleiten.

2. Eine zweite Frage, deren Untersuchung erst durch die Einführung quantitativer Fangmethoden ermöglicht wurde, ist die nach der Laichstärke und nach der Laicherzeugung. Ein einfaches Maß für die Laichstärke bietet uns die je unter der Flächeneinheit angebroffene Menge jüngster Entwicklungsstadien, und Unterschiede in deren Häufigkeit in verschiedenen Gebieten oder zu verschiedenen Zeitpunkten können als solche der Laichstärke gedeutet werden. Weit umständlicher gestaltet sich die Berechnung der Laicherzeugung. Hierzu ist erforderlich, daß das Untersuchungsgebiet mittels eines möglichst engen Beobachtungsnetzes mehrmals während einer Laichperiode erfaßt wird. Eine solche Behandlung des Produktionsproblems wurde von BUCHANAN-WOLLASTON (1923, 1926) in vorbildlicher Weise für das Laichen der Scholle in der Flämischen Bucht durchgeführt. Für unsere Fahrten, auf denen das Gebiet jeweils nur einmal erfaßt werden konnte, müssen wir jedoch darauf verzichten, da die Voraussetzungen nicht erfüllt sind.

3. Als dritte Frage bleibt schließlich noch die nach dem Schicksal der Brut, welches zusammen mit der Größe der Laicherzeugung von ausschlaggebender Bedeutung für das Problem der Fluktuationen der Fischbestände erscheint, dessen Erforschung aber ebenso wie die Berechnung der Laicherzeugung ein wiederholtes Erfassen der Brutverteilung zur Voraussetzung hat.

## Material und Art der Darstellung.

Unsere Untersuchungen bauen sich im Wesentlichen auf quantitativen Vertikalfängen mit dem HENSEN'schen Eiernetz und dem Helgoländer Larvennetz auf; ergänzend wurden außerdem qualitative Horizontalfänge mit dem Knüppelnetz (= PETERSEN's Jungfischtrawl) herangezogen. Ein Teil des Materials war bereits von Prof. MIELCK und Dr. BÜCKMANN bestimmt worden, deren Aufzeichnungen mir freundlicherweise zur Verfügung standen. Mit Ausnahme von Hering und Seezunge, die eine Bearbeitung von anderer Seite erfahren, wurden sämtliche Fischarten berücksichtigt. Zur Untersuchung gelangte (in 1% Seewasser-Formol) konserviertes Material der folgenden Forschungsfahrten, die in den Jahren 1926—1937 während der Winter- und Frühjahrsmonate von seiten der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung sowie der Biologischen Anstalt auf Helgoland unternommen wurden:

Februar:	Reichsforschungsdampfer „Poseidon“	1.—21. II. 1936.	Südliche Nordsee zwischen 53° und 55° N-Br.
März:	„Poseidon“	11.—31. III. 1926.	Deutsche Bucht.
	„Poseidon“	7.—13. III. 1935.	Deutsche Bucht.
	Dienst- und Forschungsschiff „Makrele“	1.—19. III. 1937.	Terschellinger Bank — Austerngrund — Deutsche Bucht.
April:	„Poseidon“	16. IV. — 2. V. 1932.	Deutsche Bucht — Horns-Riff.
	„Poseidon“	26. IV. — 3. V. 1936.	Flämische Bucht und südliche Nordsee zwischen 52° und 54° 40' N-Br.

Mai:	Reichsforschungsdampfer „Poseidon“	2.—24. V. 1929. Terschellinger Bank — Austerngrund — Deutsche Bucht — Jütland-Bank — Skagerrak.
	„Poseidon“	3.—14. V. 1931. Deutsche Bucht — Horns-Riff.
	„Poseidon“	13.—22. V. 1933. Deutsche Bucht — Horns-Riff.
Juni:	„Poseidon“	1.—23. VI. 1930. Deutsche Bucht — Südl. und Nördl. Schlick-Bank — Große und Kleine Fischer-Bank — Jütland-Bank — Skagerrak.

Ueber die Technik des Fanges und die weitere Bearbeitung des Materials haben schon BÜCKMANN (1929) und MIELCK und KÜNNE (1935) hinreichend berichtet, sodaß sich hier ihre Beschreibung erübrigt. Für die Bestimmung der Eier und Larven wurden die grundlegenden Arbeiten von EHRENBAUM (1905/09 und 1911) benutzt.

Bei der Darstellung der Ergebnisse auf Karten, von denen hier nur ein geringer Teil wiedergegeben werden kann, wurden auf den einzelnen Stationen Rechtecke gezeichnet, deren Flächeninhalt der unter 1 qm Meeresoberfläche beobachteten Zahl der Eier bzw. Larven entspricht (ein Maßstab hierfür ist auf jeder Karte angegeben). Ebenso beziehen sich die im Text gegebenen Zahlenwerte für die Häufigkeit der Brut stets auf die gesamte Wassersäule unter 1 qm Meeresoberfläche. Die Lage der Stationen ist durch Kreuze oder entsprechende Marken an der Basis, seltener an einer Seitenkante der Rechtecke bezeichnet. Das linke Rechteck bezieht sich auf die Eier, das rechte — bei der Scholle wurden hier mehrere Rechtecke für die verschiedenen Larvenstadien gezeichnet — auf die Larven. Die in einigen Karten eingezeichneten Linien der Verteilung der Temperatur, des Salzgehalts und einiger Planktonalgen beziehen sich auf die Befunde im Oberflächenwasser, nur die Angaben über die Verbreitung der kleinen, planktonischen Kopepoden wie bei der Fischbrut auf die gesamte Wassermasse bis zum Grunde.

Bei den Eiern wurden in der Regel folgende Entwicklungsstadien unterschieden und in den Karten durch besondere Schraffuren gekennzeichnet:

Ei-Stadium I	Keimscheiben-Stadium
„ „	II Embryo noch kürzer als der halbe Dotterumfang
„ „	III Embryo länger als der halbe Dotterumfang.

Die Angaben über die hydrographischen Verhältnisse und über die Verbreitung der Planktonformen wurden teils nach den Bordnotizen, teils nach Karten und Tabellen bei GOEDECKE (1936), KALLE (1937), WULFF (1935), ferner nach noch unveröffentlichten Karten, die mir freundlichst zur Benutzung überlassen wurden, und nach ZORELL (1935) gemacht. Außerdem wurden die „Meereskundlichen Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen“ (Deutsche Seewarte Hamburg) und der „Atlas de Température et Salinité“ nebst „Bulletin Hydrographique“ (Conseil perm. internat. pour l'exploration de la mer) herangezogen. Die vorliegende Arbeit erfuhr ferner manche wertvolle Anregung durch Herrn Dr. BÜCKMANN (Helgoland), dem auch an dieser Stelle besonders gedankt sei.

## Die Verbreitung der Brut bei den einzelnen Arten.

### *Clupea sprattus*, Sprott.

Das sichere Erkennen konservierter (Formol) Sprotteier bereitet bei einiger Uebung meist keine besonderen Schwierigkeiten. Der Größe nach stehen die Sprotteier zwischen denen von Flunder und Wittling und sind von diesen durch die mehr grünlichgelbe Färbung, sowie durch die Segmentierung des Dotters unterschieden. Die Larven weichen von den sehr ähnlichen des Herings durch die geringere Zahl der Myomeren zwischen Kopf und After, etwa 40 gegenüber 48—50 beim Hering, und ferner dadurch ab, daß ihre Entwicklung bei gleicher Größe weiter fortgeschritten ist.

Während März—Juni, — im Kanal beginnt das Laichen bereits im Januar (CUNNINGHAM 1889/90, HEFFORD 1910/13), — sind Sprotteier in der Nordsee hauptsächlich in den küstennahen Teilen anzutreffen, wo ihre Häufigkeit an bestimmten, mehr oder weniger deutlich voneinander getrennten Plätzen besonders hohe Werte erreichen kann. Solche zum Laichen bevorzugten Stellen sind einmal die Fjorde und Buchten an der englischen Ostküste (Firth of Forth, F. of Moray, F. of Tay, The Wash) und an der Süd- und Südwestküste Norwegens von Oslo bis zum Trondhjemfjord. Hier finden wir die Sprotteier teils vor den Eingängen, teils bis in die innersten Winkel der Buchten verteilt, doch steigt ihre Häufigkeit selten einmal über 100 je qm; nur in den norwegischen Skagerrakfjorden wird dieser Wert gelegentlich etwas überschritten.

Von weitaus größerer Bedeutung sind demgegenüber drei andere Gebiete, die nach ihrer Ausdehnung und nach der Häufigkeit der Eier als die Hauptlaichplätze des Sprotts in der Nordsee anzusehen sind:

1. Das flämische Laichgebiet. Dieses Gebiet erstreckt sich vom Kanaleingang bis etwa Terschellinger Bank und an der englischen Küste vielleicht bis zur Bucht The Wash. In ihm erreichen die Eier Häufigkeiten von über 100—300. (In der Zuider See fand nach den holländischen Autoren früher kein beachtenswertes Laichen statt.) (BOEKE 1906, BUCHANAN-WOLLASTON 1911, TESCH 1909.)

2. Das friesische Laichgebiet. Es umfaßt die innere Deutsche Bucht mit Helgoland etwa als Mittelpunkt. Während der Hochzeit des Laichens weisen hier die Eier Fangdichten bis über 100—400 auf. Der Schwerpunkt ihrer Verbreitung liegt meist bei Helgoland, nur zu Beginn der Laichzeit treffen wir die Eier ausschließlich oder doch vorwiegend auf den mehr westlich gelegenen Stationen an. (EHRENBAUM 1897, HENSEN und APSTEIN 1897).

3. Das jütische Laichgebiet. Diesem Gebiet kommt hinsichtlich seiner Ausdehnung und der Häufigkeit der Eier die größte Bedeutung zu. Es reicht von der Bohuslän-Küste durch das Skagerrak über Jütland-, Kleine und Große Fischer-Bank westwärts bis mindestens 4° O-Lg. und die Fangdichte der Eier steigt auf über 1000 bis fast 2000, Werte, wie sie sonst nirgends in der Nordsee erreicht werden. (DAHL 1906, DANNEVIG 1930, HÖGLUND 1938, SUND 1911).

Es ist jedoch noch fraglich, ob es sich hier um das Laichgebiet eines einheitlichen Sprott-Bestandes handelt, oder ob vielleicht die Brutvorkommen vor der schwedisch-norwegischen Küste dem Laichgebiet eines besonderen, im salzärmeren Wasser laichenden Bestandes angehören.

Auf unseren März-Fahrten 1935 und 1937 treffen wir Sprottbrut meist nur im Westen der Deutschen Bucht an, auf Terschellinger Bank und Borkum-Riff, im Bereich der wärmeren Kanalströmung, in der die Oberflächentemperaturen bereits um 5° C schwanken, während sie in der östlichen Hälfte der Deutschen Bucht noch darunter liegen. Da das Laichen eben erst begonnen hat, bleibt die Häufigkeit der Brut noch gering, maximal 11—15 Eier bzw. 3 Larven je qm. Im März 1926 hat infolge der weiter vorgeschrittenen Erwärmung, — die Oberflächentemperaturen betragen 5—6.5° C, — das Laichen auch schon bei Helgoland begonnen, wo wir vorwiegend junge Eistadien in Mengen von 13, einmal sogar 78 je qm vorfinden, während auf Borkum-Riff und weiter nördlich hauptsächlich ältere Eier sowie auch Larven vor-

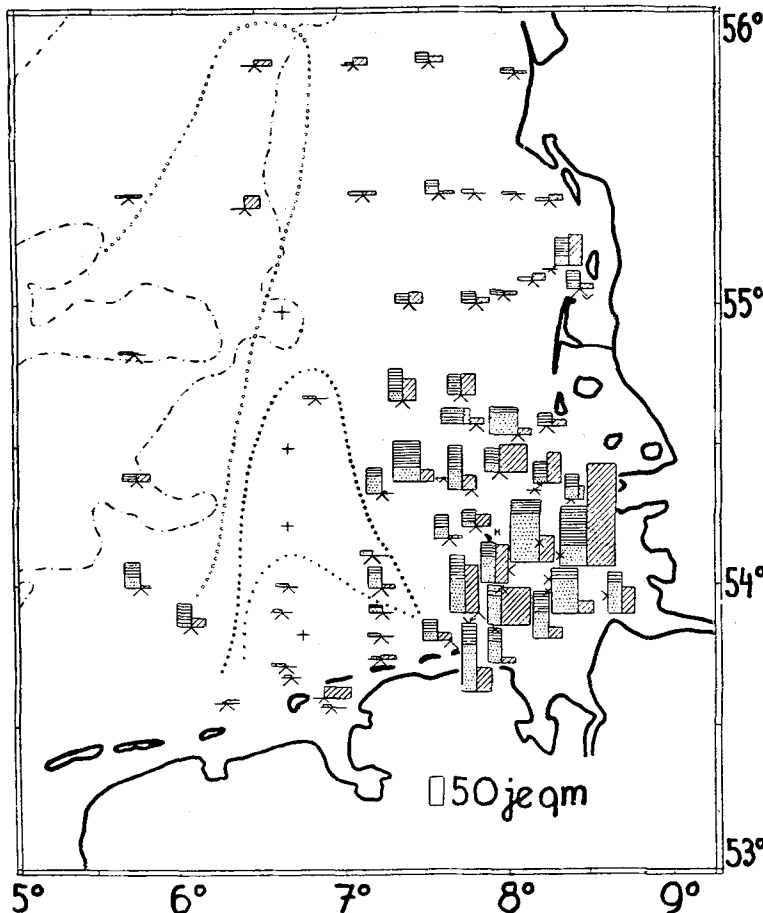


Abbildung 1. Sprott 16. April — 2. Mai 1932.

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| Eier (linke Rechtecke)    | punktiert = Stadium I   |
|                           | wagrecht schraffiert = Stadium II + III                                 |
| Larven (rechte Rechtecke) | schräg schraffiert  |
| -----                     | 40 m Tiefenlinie  |
| o o o o o o o             | Vordringen von <i>Chaetoceras</i> in der Kanalwasser-Zunge              |
| .....                     | Kopepoden-arme Zone   |
| xxxxxxxxxxxxx             | Zone mit reichl. totem <i>Coscinodiscus</i> (ostfriesisch. Mischwasser) |

kommen, 35—78 Eier bezw. bis 20 Larven je qm, die aus dem flämischen Laichgebiet her verdriftet sein dürften.

In der folgenden Jahreszeit nimmt dann mit dem weiteren Anstieg der Temperatur die Häufigkeit der Brut rasch zu. Im April 1932 (Abb. 1) wird auf den westlichen Stationen eben noch das flämische Laichgebiet angeschnitten. Die Ei- und Larvenfunde liegen hier im Bereich der aus dem Kanal kommenden und nach Nordosten vorstoßenden, durch reichliches Auftreten von *Chaetoceras boreale* im Plankton gekennzeichneten Zunge „westlichen Wassers“. Gegen das friesische Laichgebiet ist dieses Vorkommen durch eine nördlich Borkum—Norderney gelegene Zone geringer Häufigkeit der Eier abgesetzt, welche sich außerdem auch im Plankton durch eine auffallende Verarmung an kleinen Kopepoden und durch reichliches Vorkommen von totem *Coscinodiscus concinnus* bemerkbar macht und dem von WULFF (1935) als „ostfriesisches Mischwasser“ bezeichneten Wasserkörper entspricht. Bei Helgoland findet das Laichen hauptsächlich im „nordfriesischen Küstenwasser“ (im Plankton reichlich *Biddulphia aurita* vertreten) statt und nimmt in der „stationären Nord-Süd-Mischwasserzone“ (gekennzeichnet durch *Coscinodiscus concinnus*- und *Thalassiothrix longissima*-Wucherungen) rasch an Stärke ab. Die Oberflächentemperaturen betragen während dieser Fahrt im friesischen Gebiet 5,5—7° C, die größte Häufigkeit der Eier und Larven 228 bezw. 363. Aus der relativ hohen Dichte der Larven ist zu schließen, daß der Höhepunkt des Laichens bereits überschritten ist.

Während der Aprilfahrt 1936 ist das Laichen noch nicht so weit vorgeschritten, doch sind auch diesmal flämisches und friesisches Laichgebiet deutlich voneinander getrennt. Im ersteren, westlich und nordwestlich der holländischen Kanal-Küste, erreichen die Eier eine Häufigkeit von durchschnittlich 18, maximal 66, die Larven eine solche von 1—3, und im friesischen Gebiet, nordwestlich von Helgoland, beträgt die Fangdichte der Eier im Durchschnitt 32, maximal 65, die der Larven 4—6. Dagegen erlangen die Eier in der Trennungszone zwischen den beiden Hauptlaichplätzen, von Terschellinger Bank bis Borkum-Riff, nur eine durchschnittliche Häufigkeit von 3—4, maximal 11, die Larven eine solche von durchschnittlich 3, maximal 26. Die hier relativ zahlreichen Larven sind zweifellos westlicher Herkunft und werden auf den Stationen am Ende der Kanalwasser-Zunge mit über 34,5 ‰ Salzgehalt angetroffen. Die Oberflächentemperaturen betragen im flämisches Gebiet 7,5—8,0° C, im friesischen Gebiet 6,3—6,8° C.

Das gleiche Verteilungsbild treffen wir im Mai 1931

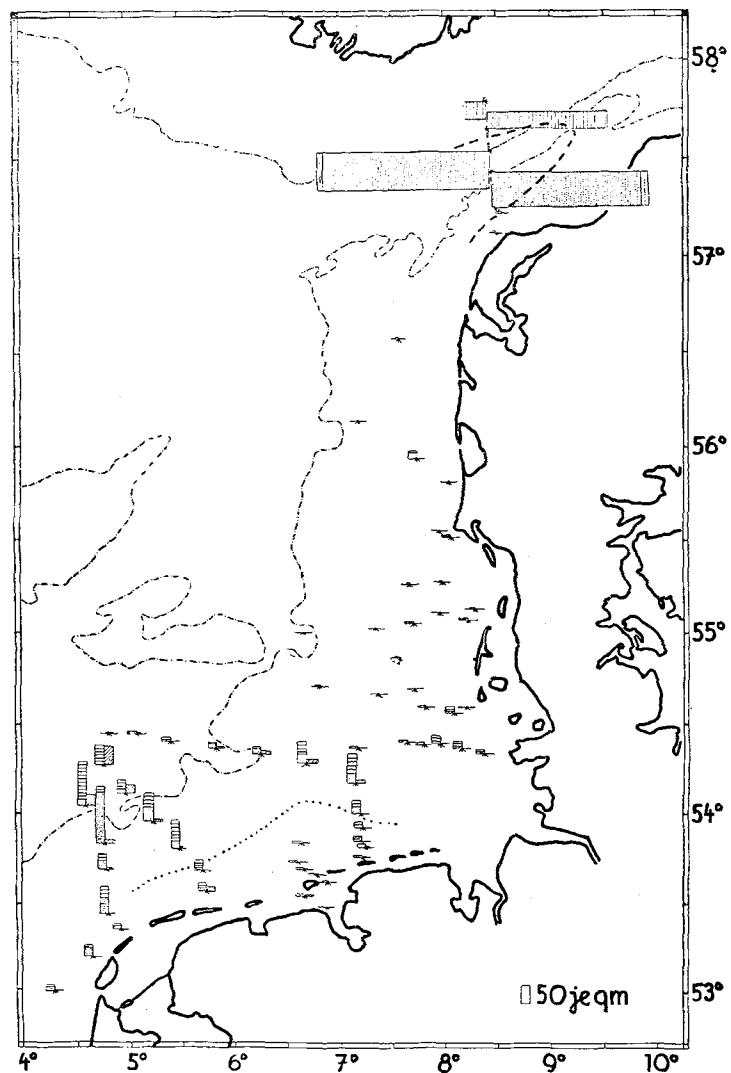


Abbildung 2. Sprott 2.—24. Mai 1929.

Eier und Larven	Bezeichnung wie in Abb. 1
- - - - -	40 m Tiefenlinie
.....	100 m Tiefenlinie
.....	Kopepoden-arme Zone
- - - - -	33 ‰ Isohaline

an: In einer Zone nördlich Borkum-Norderney, die wiederum durch das starke Zurücktreten der kleinen Kopepoden im Plankton ausgezeichnet ist, kommen nur geringe Mengen von Sprottbrut vor, dagegen findet ein stärkeres Laichen, bis 182 Eier und 57 Larven, im nordfriesischen Küstenwasser bei Oberflächentemperaturen von 7—9° C statt. Weiter nördlich, auf Sylt-Außengrund und Horns-Riff sind nur unbedeutende Brutvorkommen festzustellen. Im Mai 1933 beobachten wir dagegen trotz hoher Temperaturen von 9.5—12° C nur ein ganz schwaches Laichen des Sprotts in der Deutschen Bucht. Vor der nordfriesischen Küste und bei Helgoland steigt die Zahl der Eier nirgends über 8, Larven fehlen meist. Etwas häufiger ist die Brut nördlich Borkum-Norderney, also gerade in dem Gebiet, in welchem wir sonst eine Abnahme ihrer Dichte beobachten. Hier steigt die Zahl der Eier bis auf 67, die der Larven auf 8, doch deutet der hohe Anteil der Entwicklungsstadien darauf hin, daß es sich hier teilweise um von westlicher gelegenen Laichplätzen verdriftete Brut handelt. Worauf das Ausbleiben eines stärkeren Laichens in der Deutschen Bucht zurückzuführen ist, bleibt unverständlich, da die hydrographischen Verhältnisse während der Frühjahrsmonate dieses Jahres nicht erheblich von denen der Jahre 1931 und 1932 abweichen. Vermutlich steht das Laichen Mai 1933 noch im Anfang, da jüngste Eistadien überwiegen und Larven fast gänzlich fehlen.

Mai 1929 (Abb. 2) begegnen wir der gleichen Brutverteilung wie 1931, April 1932 und 1936. Auf Terschellinger Bank, wo die Fahrt bis in das flämische Laichgebiet hereinschreitet, steigt die Häufigkeit der Eier auf 158, die der Larven auf 51. Die Oberflächentemperaturen betragen hier 5.5—8° C. Nördlich Borkum erkennen wir wieder eine geringe Abnahme der Brutmengen entsprechend einer Zone der Verarmung des Planktons an kleinen Kopepoden. Das friesische Laichgebiet tritt auf der Karte wenig hervor, da südlich und östlich von Helgoland keine Untersuchungen gemacht wurden. Vor der dänischen Westküste treffen wir, wie auch während der übrigen Reisen, nur unbedeutende Brutvorkommen an, erst im Skagerrak-Eingang steigt die Zahl der Eier auf den ungewöhnlich hohen Wert von nahezu 2000 an. Ihr Vorkommen ist hier, wie die folgende Uebersicht zeigt, auf eine schmale Zunge salzreicheren Wassers zusammengedrängt, die sich von Westen her in das Skagerrak vorschiebt:

Lage der Station ..... Sm. nördl. Hanstholm	Tiefe in m	Oberfl. Temp. in ° C.	Salzgehalt (‰) in verschiedenen Tiefen						Eier je qm	Verhältnis der Eistadien I : (II + III)
			50 m	25 m	20 m	15 m	10 m	0 m		
42	377	8.0	35.08	33.47				31.47	120	0 : 1
34	154	7.7						31.89	666	3 : 5
27	95	7.4	34.87		34.87		34.54	33.39	1938	10 : 1
20	55	6.8	34.61		34.32		34.45	34.36	1740	25 : 1
10	25	6.9		34.16		34.04	33.37	33.31	3	0 : 1
5	19.5	6.9			33.39		32.97	32.86	3	1 : 0

Ein ähnliches Verbreitungsbild bietet auch die Fahrt Juni 1930 (Abb. 3). Das flämische Laichgebiet wurde zwar auf dieser Reise nicht selbst berührt, doch stammen zweifellos die älteren Eier und Larven, die wir in größeren Mengen nördlich Borkum antreffen, von dort, wo sie ursprünglich eine erheblich größere Häufigkeit besessen haben müssen, wenn wir die Zehrung der Brut im Laufe ihrer Entwicklung berücksichtigen. Im friesischen Laichgebiet, das nur auf einigen Stationen nördlich Helgoland erfaßt wurde, steigt die Häufigkeit der Eier bis auf 377 bei Oberflächentemperaturen von 11.6—14.8° C. Sylt-Außengrund und Horns-Riff sind wie auf den anderen Fahrten wieder brutarm, erst auf Jütland-, Kleiner und Großer Fischer-Bank sehen wir bei Oberflächentemperaturen von 14—16° C große Mengen von Sprottbrut, durchschnittlich 450, maximal 896 Eier und 585 Larven. Aus den ungewöhnlich hohen Larvenwerten können wir unter Berücksichtigung der Zehrung während der Entwicklung auf ursprüngliche Häufigkeiten der Eier von weit über 1000—2000 je qm zurückschließen, also auf ähnlich große Dichten wie Mai 1929 im Skagerrak. Hier dringen die Eier wieder in einer schmalen Zunge salzreicheren Wassers nahe der dänischen Küste nach Osten vor, während auf den weiter nördlich gelegenen Stationen nur mehr Larven vorkommen.

Das jütische Gebiet, dessen Westgrenze während der Junifahrt 1930 auf 4° O-Lg. sicher noch nicht erreicht wurde, ist zweifellos der Hauptlaichplatz der großen Sprottschwärme, die der Gegenstand einer bedeutenden Fischerei an der Westküste Südnorwegens sind, der größten Sprottfischerei der Nordsee überhaupt.

Dieses auf unseren Fahrten gewonnene Bild der Verbreitung der Sprottbrut steht in guter Uebereinstimmung mit den von SUND (1911) zusammengefaßten Ergebnissen älterer Untersuchungen, dagegen zeigt sich ein gewisser Widerspruch zu den neuesten Beobachtungen HÖGLUND's (1938), wonach im Skagerrak die Häufigkeit der Sprotteier von Ost nach West allmählich abnimmt und in dem Gebiet nördlich Hanstholm nur noch unbedeutende Mengen auftreten (immerhin beobachtete HÖGLUND hier vereinzelt bis zu 300—617 Eier je qm). Vermutlich ist dieser Widerspruch darauf zurückzuführen, daß einmal die Stärke des Laichens beim Sprott große jährliche Schwankungen aufweist, zum andern darauf, daß während der von HÖGLUND und uns bearbeiteten Fahrten nicht immer der Höhepunkt des Laichens und das Zentrum des Laichgebietes erfaßt wurde.

Vergleichen wir die verschiedenen Laichplätze des Sprotts bezüglich ihrer hydrographischen Verhältnisse, so ergeben sich nicht nur keinerlei gemeinsame Züge, vielmehr stehen sie geradezu in gewissem Gegensatz zueinander. Während zum Beispiel das flämische Laichgebiet im Bereich der warmen, salzreichen ( $> 34.0\text{‰}$ ) Kanalströmung liegt, fällt es in der Deutschen Bucht gerade in das durch das Weser-Elbe-Wasser mehr oder weniger ausgesüßte, flache Küstenwasser, in welchem der Salzgehalt zwischen 26.0 und 34.0‰ schwanken kann. Andererseits nimmt das jütische Laichgebiet, in dem sich wieder eine stärkere Gebundenheit der Eivorkommen an höheren Salzgehalt (Verteilung der Eier im Skagerrak!) feststellen läßt, durch seine weite Erstreckung auch über die mehr als 40 m tiefen Bänke bis hinaus in die Mitte der Nordsee eine Sonderstellung ein. Haben demnach weder die Salzgehalts- noch die Tiefenverhältnisse einen bestimmenden Einfluß auf die Lage der Laichplätze, so lassen die Temperaturverhältnisse wenigstens hinsichtlich des Zeitpunktes des Laichens gewisse Beziehungen erkennen. So beginnt das Laichen im Kanal bereits im Januar, während in der Nordsee infolge der späteren Erwärmung die Häufigkeit der Eier erst im April—Juni (Oberflächentemperatur über 6° C) über 100 steigt und der Höhepunkt des Laichens mit Fangdichten von 250—2000 Eiern erst bei Temperaturen von 7—16° C erreicht wird. Wir müssen daher wohl annehmen, daß beim Sprott die Lage der Laichplätze weniger durch die gerade herrschenden hydrographischen Verhältnisse bestimmt wird, sondern mehr historisch bedingt und jetzt für die einzelnen Laichbestände „instinktmäßig“ festgelegt ist, wie wir dies auch bei anderen Wanderfischen feststellen können (Hering, Lachs, Aal).

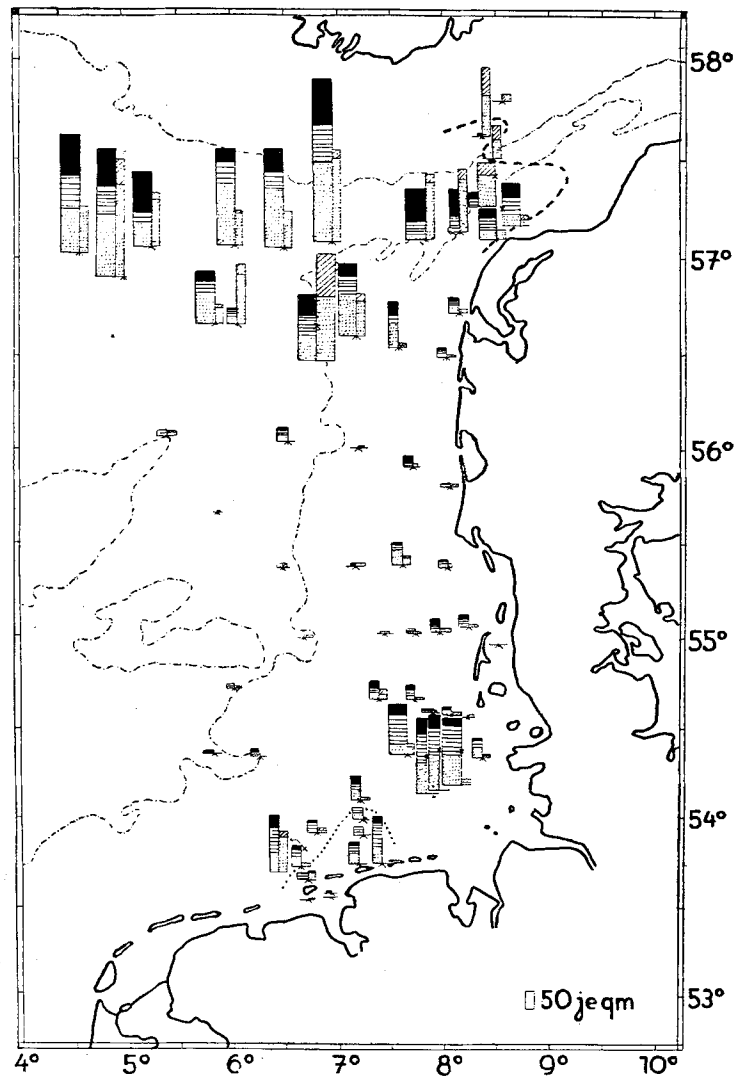


Abbildung 3. Sprott 1.—23. Juni 1930

Eier linke Seite	punktiert — Stadium I
	waagrecht schraffiert — Stadium II
	schwarz — Stadium III
Larven rechte Seite	punktiert — Larven mit Dottersack
	schräg schraffiert — Larven ohne Dotterrest
— · — · — · — ·	40 m Tiefenlinie
— · — · — · — ·	100 m Tiefenlinie
· · · · ·	Kopepoden-arme Zone (ostfries. Mischwasser)
— — — —	31‰ Isohaline

### *Engraulis encrasicolus*, Sardelle.

Die Sardelle laicht in der Nordsee hauptsächlich im Bereich der holländischen und ostfriesischen Küste (früher auch in der Zuider See, wo bis zu 283 Eier je qm gezählt wurden — EHRENBAUM 1906), gelegentlich aber auch bei Helgoland — hier wurden im Juni bis August 1934 große Mengen von Eiern bzw. Larven beobachtet (HAGMEIER 1939) — und vor der nordfriesischen Küste, besonders im Norden von Sylt (EHRENBAUM 1906, HASS 1938, HEINICKE u. EHRENBAUM 1900, HOEK 1912).

Auf unseren Fahrten treffen wir Sardelleneier im Mai 1933 vor Norderney und Spiekerog an (1—3 je qm); häufiger (5—24 je qm) sind sie im Juni 1930 bei Borkum—Norderney neben wenigen Larven, ferner finden wir sie während dieser Fahrt im Norden von Sylt (hier auch im Mai 1937) und vor dem Limfjord (1—3 je qm).

Sämtliche Stationen, an denen wir Sardelleneier antreffen, liegen in unmittelbarer Küstennähe, teilweise innerhalb der Inselketten, über Tiefen von 9 bis höchstens 36 m und zeigen Oberflächentemperaturen von 11.0—16.6° C und einen Salzgehalt von 29.8—32.6‰.

### *Argentina silus*, Goldlachs.

Larven dieses Fisches von 16—22 mm Länge, die kleineren von ihnen noch mit Dottersack, beobachteten wir nur einmal auf der Junifahrt 1930 im Skagerrak, 43 Sm nördlich Hanstholm über 426 m Tiefe in einer Häufigkeit von 5 je qm.

### *Maurolicus mülleri*.

Eier dieser Art, die wie die vorige an größere Tiefen gebunden ist, finden wir ebenfalls nur im Juni 1930 im Skagerrak, 33—43 Sm nördlich Hanstholm, über Tiefen von 185—426 m, 3—8 je qm. Sie wurden bisher als „Zackeneier“ beschrieben, deren Zugehörigkeit zu *Maurolicus* SANZO (1935) mittels künstlicher Befruchtung nachweisen konnte. Der Gesamtdurchmesser der von uns erbeuteten Eier beträgt 1.35—1.45 mm, der Durchmesser der Dotterkugel 0.94—0.97 mm und der der Oelkugel 0.24—0.27 mm.

### *Anguilla vulgaris*, Flußaal.

Die auf dem Metamorphosestadium stehenden Larven des Aals, die sogenannten Glasaale, beobachten wir im Februar 1936 in geringer Häufigkeit (höchstens 1 je qm, meist jedoch nur in den qualitativen Horizontalfängen) einmal in einer nördlichen Verbreitungsgruppe vom West- und Südrand der Doggerbank über Austergrund — Weiße Bank bis Sylt-Außengrund und nordöstlich Helgoland, fast ausschließlich in über 20 m tiefem und salzreichem (über 33.5‰) Wasser; und zweitens in einer südlichen, durch den Kanal eingewanderten Gruppe längs der flämisch-friesischen Küste von Haaks Feuerschiff über Terschelling—Schiermonnikoog—Borkum bis westlich Norderney-Feuerschiff, vorwiegend im weniger als 20 m tiefen, salzärmeren (unter 33‰) Küstenwasser. In den folgenden Monaten, — März 1937, April 1932, Mai 1929, Mai 1931, — sind dann die Larvenfunde ausnahmslos auf das Küstenwasser landwärts der 20 m Tiefenlinie beschränkt: Mündungsgebiete der Ems, Elbe und Eider, bei Norderney, im Lister Tief (hier bis zu 6 Larven je qm) und bei Vyl-Feuerschiff. Die Länge der Larven beträgt in allen Monaten 64—81 mm, meist 69—75 mm.

### *Ammodytes marinus* und *tobianus*, Sandspierling.

Die Larven der beiden Arten lassen sich bis jetzt nur auf älteren Entwicklungsstadien nach der Zahl der Wirbel sowie der Flossenstrahlen in der Dorsale voneinander trennen:

	<i>A. marinus</i>	<i>A. tobianus</i>
Zahl der Wirbel	67—72	60—66
Zahl der Strahlen in der Dorsale	55—63	50—56

(Nach DUNCKER und MOHR 1935).

Von ihnen unterscheiden sich die Larven von *A. lanceolatus* durch den Besitz kleiner, zahnartiger Dorne im Oberkiefer (FORD 1919/22). Da diese Art erst Ende Mai bis August laicht, wurden ihre Larven auf unseren Fahrten nicht beobachtet. Im Mai 1938 und 1939 auf Sylt-Außengrund gefangene, erwachsene ♂♂ von *A. lanceolatus* (Länge 200—240 mm) waren noch nicht laichreif.



*A. marinus*: Die kleinen *Ammodytes*-Larven von 5—10 mm, selten bis 15 mm Länge, teilweise noch mit der Dotter-Oelkugel, die wir während Februar und März (1926, 1935, 1936, 1937) in großen Mengen in der südlichen Nordsee beobachten, gehören zweifellos zu *A. marinus*. Sie sind über die Bänke und Gründe bis zur 40 m Tiefenlinie verbreitet, meiden aber das zu dieser Zeit noch stark abgekühlte, weniger als 4° C warme Küstenwasser und fehlen mehr oder weniger auch außerhalb der 40 m Linie sowie auf der Doggerbank. Im April (1932, 1936) und Mai (1929, 1931) haben die Larven bereits eine Länge von 15—40 mm, selten bis 50 mm erreicht und sind jetzt mit Sicherheit als *marinus*-Larven zu bestimmen; ihre Häufigkeit ist inzwischen erheblich gesunken und im Mai 1933 und Juni 1930 fehlen sie völlig im Plankton unseres Untersuchungsgebietes. Im Mai 1938 auf Horns-Riff gefangene, erwachsene Tiere enthielten keine reifen Geschlechtsprodukte mehr. Im Kanal scheint das Laichen viel früher zu beginnen, worauf ein Fund von 85—94 mm langen Larven am 9. III. 1912 bei der Braunen Bank hindeutet. Einen Ueberblick über die Häufigkeit der Larven während unserer Fahrten gibt die folgende Tabelle:

*Ammodytes marinus*, Larven je qm (Maximalwerte)

	Februar 1936 März 1926, 1935, 1937	April 1932, 1936	Mai 1929, 1931
Länge der Larven	5—10 mm z. T. mit Oelkugel	15—40 mm	15—50 mm
Leman-Grund	18		
Haaks Grund	98	2	< 1
Austerngrund	59	3	< 1
zwischen Austerngrund und Helgoland	90	3	< 1
südöstlich und östlich Weiße Bank	100—150	3	< 1

*A. tobianus*: Zu dieser Art sind wahrscheinlich die kleinen, frisch geschlüpften Larven (4—10 mm lang, z. T. mit Oelkugel) zu rechnen, die wir im April (1932, 1936), Mai (1929, 1931, 1933) und Juni (1930) im Bereich der Küste bis etwa zur 20 m Tiefenlinie finden. Ihre Häufigkeit erreicht jedoch nirgends so hohe Werte wie bei *A. marinus*, deren Larven im April und teilweise auch noch Mai gleichzeitig mit denen von *tobianus* vorkommen, aber mehr auf den küstenfernen Stationen. Laichreife, erwachsene Exemplare von *A. tobianus* wurden am 10. IV. 1901 bei Helgoland und im IV. 1936 auf Sylt-Außengrund<sup>1)</sup> beobachtet.

*Ammodytes tobianus*, Larven je qm (Maximalwerte)

	April 1932, 1936 Mai 1929	Mai 1931, 1933	Juni 1930
Länge der Larven	4—10 mm z. T. mit Oelkugel	4—10 mm z. T. mit Oelkugel	4—10 mm
nordöstlich Lowestoft	2		
westfriesisches Küstengebiet	1—10		
ostfriesisches Küstengebiet	1—5	1—2	2
nordfriesisches Küstengebiet	3—10	1—20	2

Unsere Beobachtungen bestätigen also die Vermutungen von RAITT (1934), EHRENBAUM (1936) und KÄNDLER (1937), wonach *A. marinus* früher und mehr auf offener See laicht als *tobianus*.

### *Gadus morrhua*, Kabeljau.

Die Bestimmung der Eier ist, solange die charakteristische Pigmentierung der Embryonen noch nicht ausgebildet ist, nicht immer mit voller Sicherheit durchführbar. Von der gleichen Größenordnung und Dotterbeschaffenheit und deswegen auf jungen Stadien nicht von den Eiern des Kabeljaus verschieden sind die des Schellfisches und von *Pleuronectes microcephalus*; doch ist in der südlichen Nordsee eine Verwechslung mit

1) Reifegrad nach BAHR (1935, S. 138) bei den Tieren von Helgoland: IV. Ovar: Körperlänge = 1:3  
Sylt-Außengrund: III. Ovar: Körperlänge = 1:2.5.

ihnen nur wenig zu befürchten, da die Laichplätze des ersteren weiter nördlich liegen, *P. microcephalus* andererseits seltener ist und später zu laichen beginnt (April). Von den etwas kleineren Wittlingseiern ist eine Trennung meist mit hinreichender Sicherheit nach der Größe durchzuführen. Zwar überdecken sich teilweise die Variationsbreiten der Durchmesser der beiden Eisorten, die Zahl der fraglichen Eier, die in diesen Ueberdeckungsbereich fallen, bleibt aber meist bedeutungslos.

Im Februar 1936 (Abb. 4) erkennen wir in der südlichen Nordsee zwei scharf voneinander getrennte Laichplätze. Der eine zieht sich am Südostrande der Doggerbank bis zum Thontief hin. Aus dem Vorwiegen jüngster Entwicklungsstadien sowie aus dem gänzlichen Fehlen von Larven können wir schließen, daß hier das Laichen erst vor kurzem begonnen hat. Die starke Zusammendrängung der Eier, durchschnittlich 52, maximal 155 je qm, auf einen schmalen Streifen entlang der 40 m-Kante hat ihre Ursache in der Temperaturverteilung. Im Südosten des Doggerbank-Laichplatzes sind die Oberflächentemperaturen unter dem Einfluß der Kanalströmung, deren Verlauf uns die Lage der 34.75‰ Isohaline und die Verbreitung von *Bacillaria paradoxa* (vergl. Abb. 7) aufzeigt,

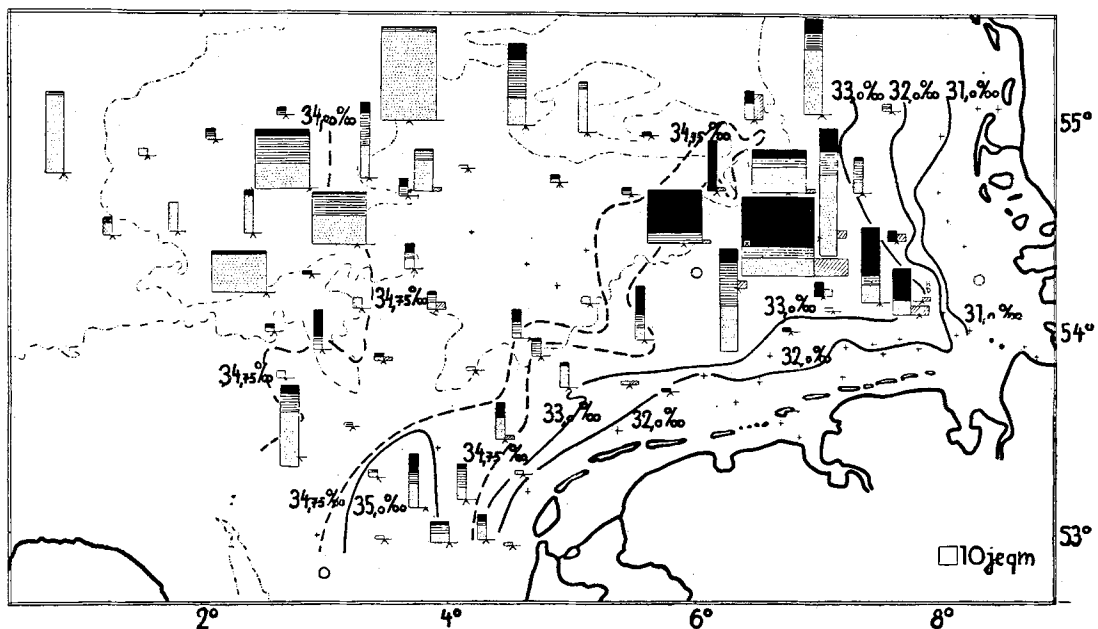


Abbildung 4. Kabeljau 1.—21. Februar 1936.

Eier	Stadium I punktiert
	Stadium II wagrecht schraffiert
	Stadium III schwarz
Larven	schräg schraffiert
-----	40 m Tiefenlinie
-----	Isohalinen
-----	
Kreise:	Stationen der Temperaturbeobachtungen für die Darstellung der thermischen Stabilität (siehe Abb. 15 und Seite 217).

auf über 5—6° C gestiegen. Von Norden her schiebt sich entlang der schottisch-englischen Küste 5—6.4° C warmes atlantisches Wasser bis auf den westlichen Teil der Doggerbank. Zwischen diesen beiden warmen Wasserkörpern sehen wir als schmale Zone kühleren Wassers, — die Oberflächentemperatur beträgt hier 4.4—5.2° C, — den Kabeljaulaichplatz an der Doggerbank eingeschlossen.

Das vereinzelte Vorkommen jüngster Eistadien in größerer Häufigkeit, 45 je qm, auf der Station westlich der Doggerbank gehört wahrscheinlich zu dem von GRAHAM (1934) beschriebenen Kabeljaulaichplatz nordöstlich Flamborough Head.

In ganz ähnlicher Weise wird die Lage und Ausdehnung des zweiten Laichgebietes, das sich entlang des Südostrandes des „Westlichen Wassers“ vom Kanaleingang bis Helgoland—Sylt-Außengrund zieht, von den Temperatur- und Salzgehaltsverhältnissen bestimmt. Seewärts bildet das warme „Westliche Wasser“, nach der Küste und nach Norden zu das

kalte und salzarme Küstenwasser (Oberfl. Temperatur  $< 4^{\circ}$ , Salzgehalt  $< 32\text{‰}$ ) die Grenze des Laichplatzes. Innerhalb des Gebietes stärksten Laichens zwischen Austerngrund — Helgoland — Sylt-Außengrund beträgt die Häufigkeit der Eier und Larven durchschnittlich 56 bzw. 3,6, maximal 176 bzw. 19. Das Verhältnis der verschiedenen Entwicklungsstadien zueinander ist hier ein ganz anderes als auf der Doggerbank: neben den Eiern, bei denen die älteren Entwicklungsstadien meist einen überwiegenen Anteil an der Gesamtmenge ausmachen, kommen auch Larven vor als Zeichen, daß hier das Laichen schon längere Zeit anhält. Wegen der Verdriftung der Brut müssen wir allerdings den Herkunftsort der älteren Stadien stromaufwärts, in unserem Falle also etwas westlicher suchen.

Das spärliche Brutvorkommen (5—15 Eier, 1 Larve je qm), das sich vom Kanal her in einem schmalen Streifen nach dem Laichplatz westlich Helgoland hinzieht, stellt sicher nur einen „Ausläufer“ des Laichgebietes vor der flämischen Küste dar, wo der Kabeljau bereits im Januar zu laichen beginnt und wo während der Hochzeit, im Februar, bis zu 299 Eier je qm beobachtet werden (REDEKE u. VAN BREEMEN 1909, Redeke 1909).

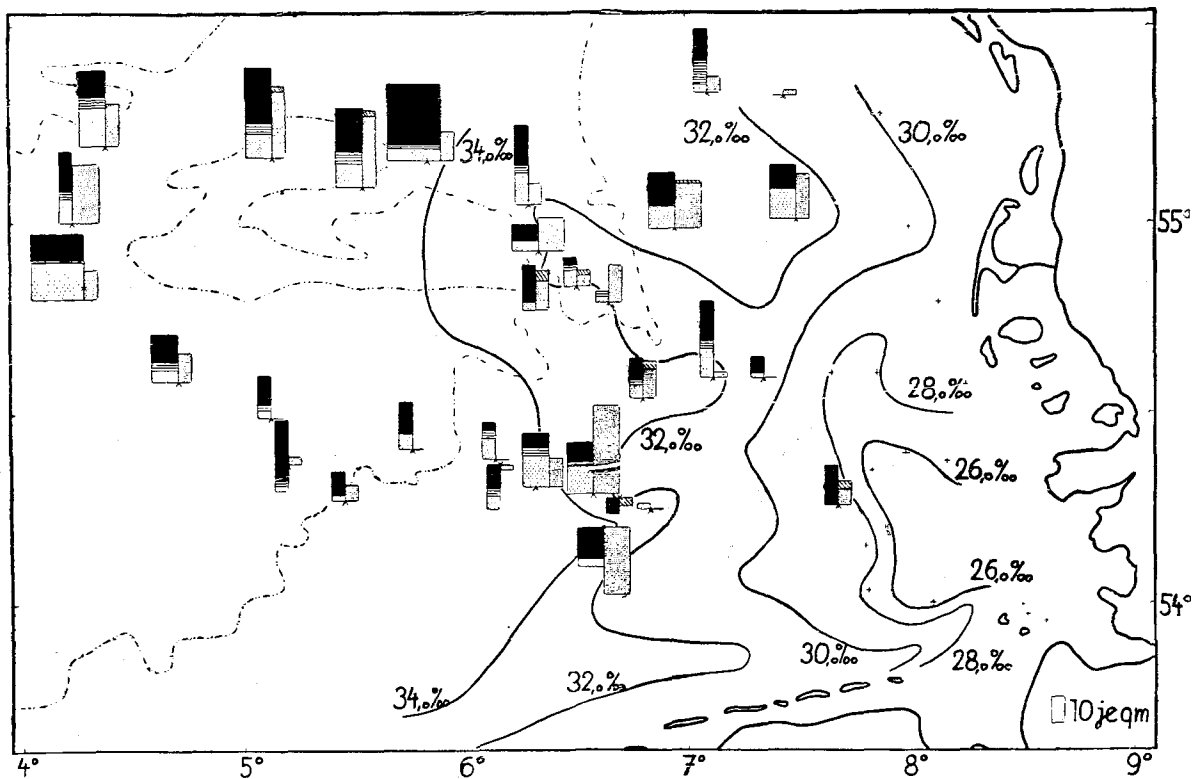


Abbildung 5. Kabeljau 11.—31. März 1926.

Eier und Larven	Bezeichnung wie auf Abbildung 4
— · · · — · · · —	40 m Tiefenlinie
—————	Isohalinen (‰).

In der Verbreitung der Kabeljaubrut während des März (Abb. 5—6) tritt sehr anschaulich der Einfluß der Salzgehaltsverhältnisse auf die Lage des Laichplatzes hervor. Im März 1926 erfüllt das salzarme Küstenwasser außergewöhnlich weite Teile der Deutschen Bucht. Die  $32\text{‰}$  Isohaline verläuft ungefähr auf  $7^{\circ}$  O-Lg. und bildet dort die Ausbreitungsgrenze der Brut nach Osten hin. Da die Oberflächentemperaturen in diesem Jahre bereits erheblich angestiegen sind, im Gebiet der größten Brutdichte auf  $4.5\text{--}6.5^{\circ}$  C, durchschnittlich auf  $5.4^{\circ}$  C, beginnt das Laichen schon an Stärke nachzulassen, sodaß die älteren Eistadien überwiegen und die Larven anteilmäßig stark hervortreten, stellenweise sogar die Eier an Häufigkeit übertreffen. Die Fangdichte der Eier beträgt innerhalb des Hauptlaichgebietes durchschnittlich 36, maximal 116, ist also niedriger als im Februar 1936, die der Larven mit durchschnittlich 17, maximal 67 dagegen bedeutend höher.

Im März 1937 begegnen wir wesentlich anderen Verhältnissen. Das salzarme Wasser bleibt diesmal auf die Küstenzone beschränkt, die 32‰ Isohaline läuft östlich von Helgoland vorbei. Damit ist dem Kabeljau die Möglichkeit gegeben, vor dem warmen „Westlichen Wasser“ in die kühleren Gebiete bei Helgoland und auf Sylt-Außengrund und Weisser Bank zum Laichen auszuweichen. Die Temperaturen liegen hier noch niedrig, zwischen 2–4,7° C, und daher ist das Laichen auch noch nicht so weit fortgeschritten wie im März 1926. Die Häufigkeit der Eier, durchschnittlich 34, maximal 171, ist zwar nicht größer als im Jahre 1926, aber es sind erst sehr wenig Larven vorhanden, im Durchschnitt 2,4, maximal 7 je qm.

Während April und Mai (Fahrten April 1932, 1936; Mai 1929, 1931, 1933) setzt mit der Erwärmung des Oberflächenwassers auf über 6,5° C eine sehr rasche Abnahme der Häufigkeit der Eier und Larven ein. Ihre Dichte steigt nirgends über 8 Eier bzw. 12 Larven, auf vielen Stationen fehlt Kabeljaubrut überhaupt ganz. Auch im Jahre 1929, in dem bei den meisten Arten die Fortpflanzung wegen der ungewöhnlichen Winterkälte

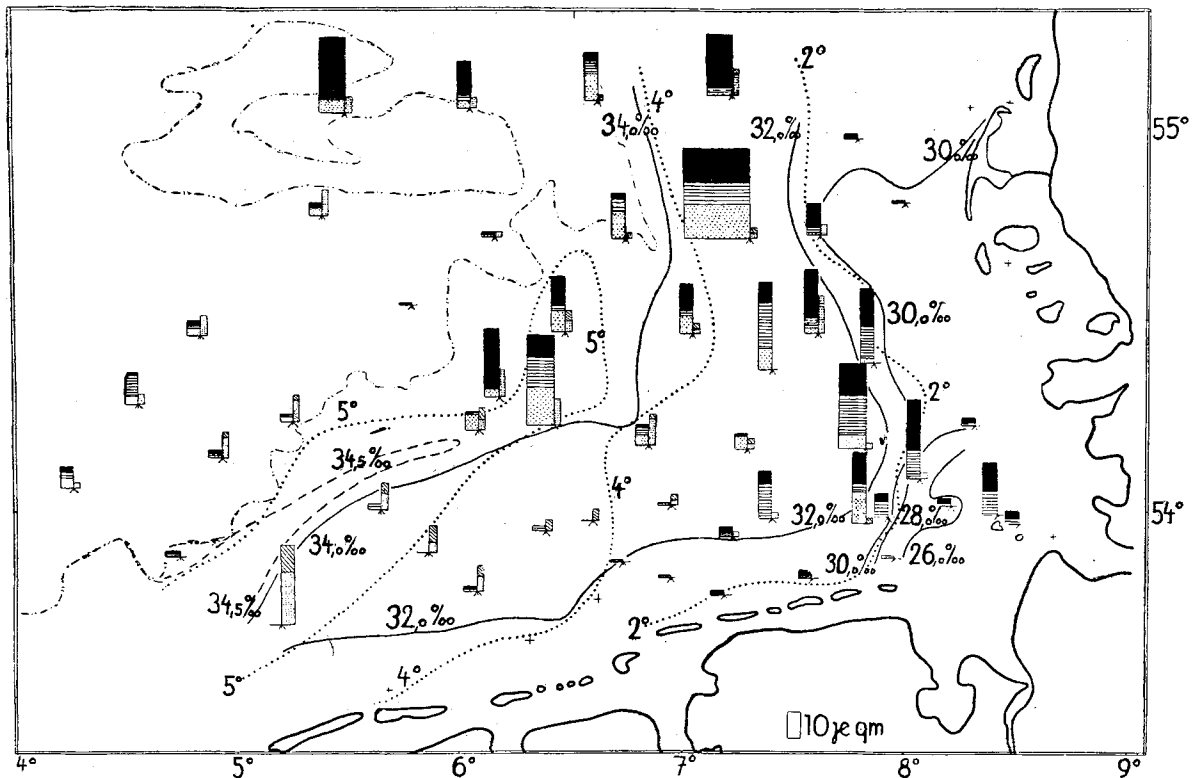


Abbildung 6. Kabeljau 1.—19. März 1937.

Eier und Larven	wie Abbildung 4
-----	40 m Tiefenlinie
—————	} Isohalinen (‰)
.....	
.....	Isothermen (°C)

erst verspätet einsetzte, hat der Kabeljau im Mai sein Laichgeschäft bereits nahezu beendet. Eier kommen nur in geringer Zahl, 2–8, durchschnittlich 2 je qm, vom Austerngrund bis Helgoland vor und werden von den Larven, durchschnittlich 4, maximal 12, an Häufigkeit übertroffen. Im Juni 1930 ist die Kabeljaubrut in der südlichen Nordsee schließlich ganz aus dem Plankton verschwunden.

Unter Berücksichtigung der von holländischer und englischer Seite aus durchgeführten Untersuchungen können wir beim Kabeljau in der südlichen Nordsee vier mehr oder weniger voneinander getrennte Laichplätze unterscheiden, deren Lage und Ausdehnung jedoch in den verschiedenen Jahren geringen Veränderungen unterworfen sein können:

1. Laichplatz in der Flämischen Bucht. Laichbeginn im Dezember—Januar, Hochzeit im Februar—März. Größte Häufigkeit der Eier 299 je qm (REDEKE u. VAN BREEMEN 1909).
2. Laichplatz nordöstlich Flamborough Head. Laichhochzeit im März (GRAHAM 1934).
3. Laichplatz am Südostrand der Doggerbank. Größte Häufigkeit der Eier (im Februar) 155 je qm.
4. Laichgebiet auf Austerngrund — Helgoland — Weißer Bank — Sylt-Außengrund — Horns-Riff. Laichbeginn Ende Januar, Hochzeit im Februar—März. Größte Häufigkeit der Eier 377 je qm (EHRENBAUM 1936).

Als optimale Laichtemperaturen finden wir in Übereinstimmung mit DAMAS (1909) 4—6° C. Diese tiefe Lage des Temperaturoptimums bedingt, daß die Laichplätze des Kabeljaus in der südlichen Nordsee überall außerhalb der warmen Kanalströmung liegen, ganz im Gegensatz zu dem wärmebedürftigeren Wittling, dessen optimale Laichtemperaturen 6—9° C betragen und der daher gerade das warme „Westliche Wasser“ zum Laichen aufsucht.

Die Länge der planktonischen Kabeljaularven beträgt während der Hochzeit des Laichens meist nur 3—5 mm (höchstens 8 mm). Erst gegen Ende der Laichzeit, im April und Mai, werden 6—14 mm lange Larven häufiger; dagegen bleiben die größeren Larven, 22—27 mm, selten, da sie teils ungleichmäßiger verteilt sind (Ansammlung unter Quallen), teils schneller dem Netz ausweichen können.

### *Gadus aeglefinus*, Schellfisch.

Da die Laichplätze des Schellfisches in der mittleren und nördlichen Nordsee liegen, beobachten wir auf unseren Fahrten in der Regel keine Schellfischbrut. Im März 1926 kommen Eier und Larven dieser Art jedoch ausnahmsweise weit südlich vor, im östlichen Teil des Austerngrundes in einer Häufigkeit von 2—6 je qm (für die Eier sind das Mindestwerte, da nur die ältesten Stadien mit Sicherheit von Kabeljaueiern zu trennen waren). Dieses Brutvorkommen ist sicher durch die weit nach Süden reichende Verbreitung des sehr starken Jahrganges 1923 (H. THOMPSON 1930) bedingt, der 1926 erstmalig laichreif wurde. In derselben Weise führen JOHANSEN (1926) und POULSEN (1928) auch die großen Fänge z. T. laichreifer Schellfische in der Beltsee während der Jahre 1926/28 auf die ungewöhnlich weit nach Süden reichende Verdriftung von Schellfischbrut im atlantischen Wasser während des Frühjahres 1923 zurück. Im März 1926 kommt dagegen eine derartige Verdriftung der Brut nicht in Frage, da gerade in diesem Jahre der Vorstoß des salzreichen West- und Nord-Wassers außerordentlich gering war (siehe Karte 5).

Vereinzelt beobachten wir auch im April 1932 Schellfischeier auf der Südlichen Schlickbank und im Mai 1929 nördlich Hanstholm im Eingang des Skagerraks, doch übersteigt ihre Häufigkeit nicht 6 je qm.

### *Gadus merlangus*, Wittling.

Die Wittlingseier, die in der südlichen Nordsee neben denen der Kliesche zu den häufigsten Eiern gehören, sind meist sicher zu bestimmen. Von den durchschnittlich etwas kleineren Sprotteiern unterscheiden sie sich durch das Fehlen der Dottersegmentierung sowie die mehr dunkelgelbe bis gelbbraune Farbe des Dotters (bei konserviertem Material), der beim Sprott mehr grünlichgelb gefärbt ist. Auf die Verwechslungsmöglichkeit mit den Eiern des Kabeljaus wurde bereits (S. 192) hingewiesen. Größere Schwierigkeiten bereitet dagegen die Unterscheidung von den Eiern von *Gadus luscus*, *minutus*, *esmarki*, *pollachius* und *virens*, deren Laichplätze jedoch größten Teils außerhalb unseres Untersuchungsgebietes liegen. Zweifellos zu *G. minutus* gehören die im Mai 1929 und Juni 1930 im Skagerrak und auf der Fischer-Bank beobachteten Eier, die der Größe nach zwischen denen von Kliesche und Wittling stehen (bei *G. esmarki*, *virens* und *pollachius*, die noch in Betracht kämen, liegt die Laichzeit nach EHRENBAUM (1911) früher, bereits im Januar—April):

Prozentuale Größenverteilung der Eier mit homogenem Dotter und ohne Öl im Gebiet Fischer-Bank—Skagerrak während Mai und Juni 1930

Ei-Durchmesser	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	„Strich“ <sup>1)</sup>
Mai 1929	0	1	0	0	1	0	2	7	7	2	4	5	10	20	28	12	1	0	%
Juni 1930	0	8	34	28	2	2	4	5	2	0	5	3	5	1	1	0	0	0	%
	Kliesche					<i>Gadus minutus</i>					Wittling								
Ei-Durchmesser	0.74—0.91					0.86—1.04					1.01—1.25					mm			

1) 1 „Strich“ (Mikrometer-Teil) = 0.0337 mm.

Das Laichen des Wittlings beginnt in der Nordsee im Januar, vielleicht bereits im Dezember, vor der flämischen Küste und verschiebt sich von hier mit zunehmender Erwärmung des Wassers allmählich ost- und nordwärts. Sein Höhepunkt fällt in der Deutschen Bucht in den März, in der mittleren Nordsee und im Skagerrak in den April—Mai.

Im Februar 1936 (Abb. 7) sehen wir die Masse der Eier, bis zu 118 je qm, über ein breiteres Band verteilt, das sich längs der westfriesischen Küste bis in die Deutsche Bucht hinein erstreckt und seewärts von der nach Nordosten vordringenden Zunge Westlichen Wassers, gekennzeichnet durch den Verlauf der 34.75‰ Isohaline so wie die Verbreitung von *Bacillaria paradoxa*, begrenzt wird. Die Temperatur des Oberflächenwassers beträgt 4.5—6.5° C. In der Deutschen Bucht, wo die Temperaturen noch durchweg unter 5° C. liegen, sinkt die Häufigkeit der Eier auf maximal 49 herab, die der älteren Larven bleibt dagegen verhältnismäßig hoch. Das Laichen hat hier infolge der niedrigen Temperaturen erst schwach eingesetzt und die Larvenmengen stammen sicher von westlicher gelegenen Laichplätzen, woher sie mit der Strömung verdriftet worden sind.

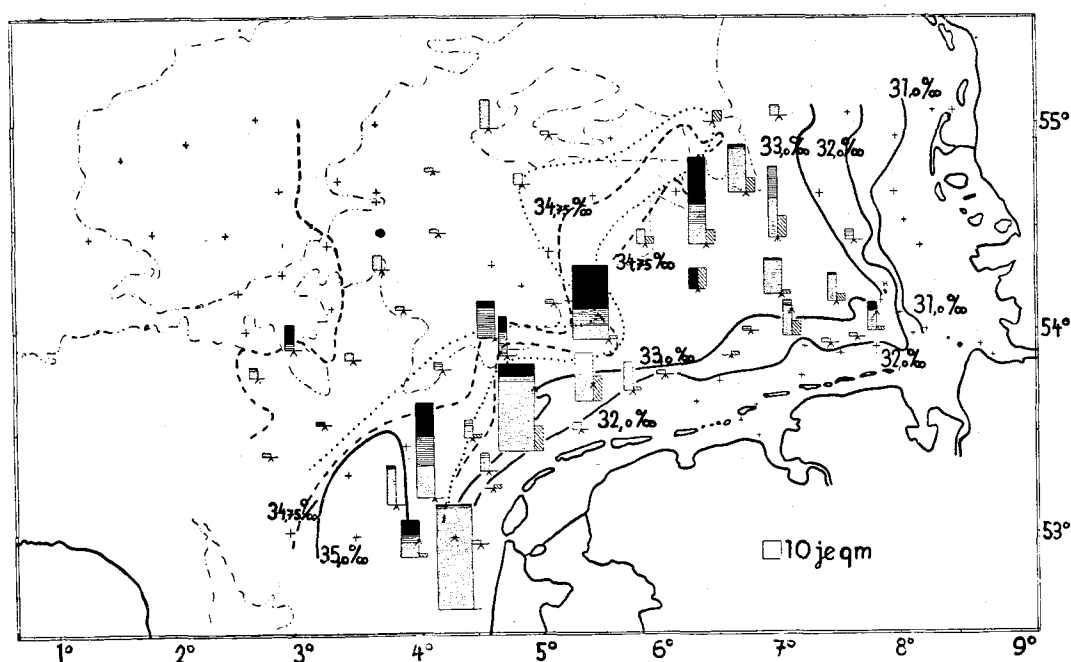


Abbildung 7. Wittling 1.—21. Februar 1936.

Eier	wie auf Abbildung 4
Larven	schräg schraffiert
-----	40 m Tiefenlinie
.....	Kanalwasser-Zunge mit <i>Bacillaria paradoxa</i>
----- und -----	Isohalinen (‰).

Wie der Kabeljau meidet auch der Wittling beim Laichen das salzärmere Küstenwasser ( $< 32\text{‰}$ ), abweichend jedoch außerdem das über die Doggerbank nach Süden vordringende atlantische Wasser mit einem Salzgehalt von  $> 34.50\text{‰}$  und Oberflächentemperaturen von meist über 5° C (4.6—6.4° C). (Vergl. hierzu Abb. 4.)

Der Höhepunkt des Laichens wird in der südlichen Nordsee erst im folgenden Monat erreicht. Im März 1926 und 1937 (Abb. 8) beobachten wir die größte Häufigkeit der Eier, 330 bzw. 375, im östlichen Teil des Austergrundes, und beide Male zeigt die Gesamtverbreitung der Brut eine deutliche Gebundenheit an das wärmere „Westliche Wasser“, das sich über Terschellinger Bank — östliche Hälfte des Austergrundes — Borkum-Riff in die Deutsche Bucht vorschiebt. In seinem Bereich erlangen 1926 die Eier durchschnittlich eine Häufigkeit von 64, maximal 330. Die Larven drängen sich mehr in der Grenzzone gegen das salzärmere Küstenwasser zusammen, wo sie eine Häufigkeit von durchschnittlich 25, maximal 75 aufweisen, sind dagegen auf den weiter westlich gelegenen Stationen selten, maximal 6. Außerhalb dieser von Westen kommenden Strömung

erlangen die Eier nur geringe Häufigkeit, nördlich 55° N-Br. durchschnittlich 10, maximal 22, und innerhalb des deutschen Küstenwassers (Salzgehalt < 32‰), das sich in diesem Jahre besonders weit nach Westen, bis etwa 7° O-Lg. erstreckte, fehlen sie ganz.

1937 zeigt sich ein ganz ähnliches Verbreitungsbild. Im Bereich des „Westlichen Wassers“ (Salzgehalt des Oberflächenwassers > 33‰, Temperatur 4,5–6° C) erreichen die Eier und Larven mit durchschnittlich 112 und 95, maximal 375 und 330 wieder ihre größte Häufigkeit. Auf den weiter nördlich gelegenen Stationen, auf denen der Salzgehalt noch über 32‰ beträgt, die Temperatur jedoch 4,5° kaum übersteigt, beobachten wir dagegen im Höchsthalle nur mehr 18 Eier bzw. 3 Larven je qm. Aber auch im Innern der Deutschen Bucht, in der diesmal zwar das salzreichere Wasser bis nach Helgoland vorgedrungen ist, die Temperaturen jedoch noch überall unter 4° C liegen, bleibt die Häufigkeit der Eier und Larven verhältnismäßig gering und beträgt durchschnittlich 18 bzw. 9, maximal 70 bzw. 32.

In den folgenden Monaten setzt dann eine allmähliche Abnahme der Laichstärke ein, wobei der Schwerpunkt in der Verteilung der Eier immer mehr aus dem Bereich des warmen West-Wassers heraus in die noch kühleren Gebiete vor der nordfriesisch-dänischen Küste rückt.

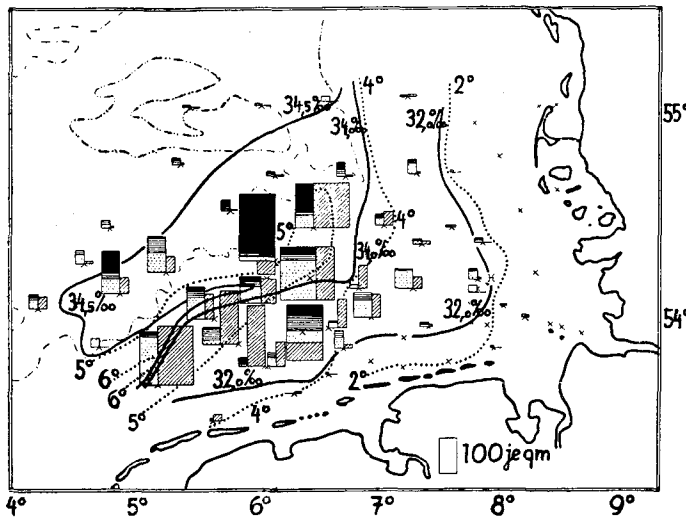


Abbildung 8. Wittling 1.—19. März 1937.

Eier	Stadium I punktiert
	Stadium II wagerecht schraffiert
	Stadium III schwarz
Larven	schräg schraffiert
— · — · — · —	40 m Tiefenlinie
—————	Isosalinen (‰)
.....	Isothermen (° C).

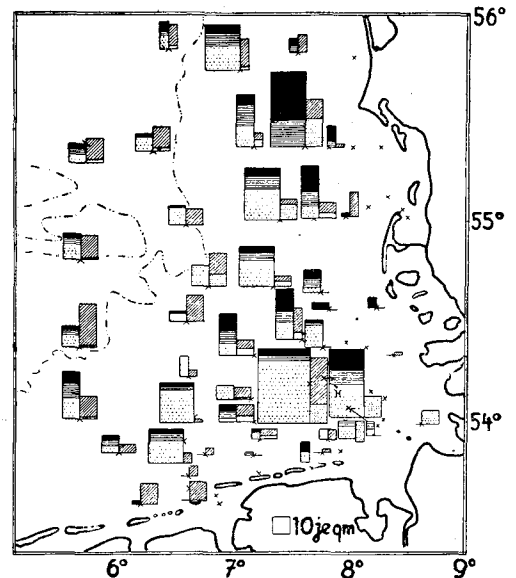


Abbildung 9. Wittling 16. April bis 2. Mai 1932.

Eier	wie auf Abbildung 4
Larven	punktiert — Larven mit Dotterrest
	schräg schraffiert — Larven ohne
	Dotterrest
— · — · — · —	40 m Tiefenlinie.

Im April 1932 (Abb. 9) sehen wir die dichteste Ansammlung der Eier und Larven in dem noch unter 7° C warmen Gebiet nördlich Helgoland und auf Sylt-Außengrund — Horns-Riff. Ihre Häufigkeit ist mit durchschnittlich 40 Eiern und 11 Larven, maximal 129 bzw. 38, gegenüber März etwas zurückgegangen. Im Bereich der meist über 7° C warmen westlichen Strömung zeigen die Eier dagegen im Höchsthalle eine Dichte von noch 27, während die Larven mit durchschnittlich 10, maximal 25 je qm verhältnismäßig häufig vertreten sind, ein Zeichen, daß das Laichen hier zu Ende geht.

Ebenso liegt auch im April 1936 die Masse der Wittlingsbrut vor der Front des bereits über 7° C warmen atlantischen Wassers („Kanal-“ und „Nördliches Wasser“; Salzgehalt über 34‰). Die maximale Häufigkeit der Eier bzw. Larven beträgt

bei Borkum-Riff und westlich davon 77 Eier, 14 Larven  
 nordwestlich von Helgoland 29 „ 22 „ ;

dagegen ist sie in der Flämischen Bucht schon sehr stark herabgesunken, auf maximal 9 Eier bzw. 7 Larven.

Aehnlich wie im April 1932 ist die Verteilung der Wittlingsbrut während der Maifahrt 1931. Wieder können wir eine deutliche Verlagerung des Laich-Schwerpunktes in das erst schwächer erwärmte Wasser vor der nordfriesischen Küste erkennen:

Gebiet	Oberflächenwasser		Häufigkeit der Eier		Häufigkeit der Larven	
	Salzgehalt in ‰	Temperatur in °C	mittlere	maximale	mittlere	maximale
zwischen Borkum-Riff und Helgoland	32—33	8.1— 9.5	9	18	5	14
Sylt - Außengrund bis zu 40 m Tiefenlinie	32—34	6.1— 6.6	39	60	8	30
ostfriesisches Küstenwasser nördlich Borkum—Norderney	< 32	8.0—10.5	0.5	3	0.5	3
nordfriesisches Küstenwasser westlich Hever — Sylt — Es- bjerg	< 32	6.3— 9.0	0.6	3	0.1	2

Im Mai 1933 wird die Verbreitung der Brut in weitem Maße von der des Salzgehalts beeinflusst. Größere Häufigkeit erreichen die Eier und Larven nur nördlich Borkum — Norderney, — maximal 38 bzw. 6 —, wo die Oberflächen-Temperatur 9.2—11.4° C beträgt. Vor der nordfriesischen Küste tritt dagegen in diesem Jahre die Wittlingsbrut trotz der noch relativ günstigen Temperaturen von 8.7—9.7° C stark zurück, meist liegt die Häufigkeit der Eier unter 5, besten Falls erreicht sie 10 und für die Larven 13, eine Folge der weiten Ausbreitung des salzarmen Küstenwassers, das nördlich Helgoland und auf Sylt-Außengrund bis etwa zur 30 m Tiefenlinie in breiter Front nach Westen vordringt.

Im Mai 1929 treffen wir, wie auch bei den anderen Frühjahrslaichern, stark abweichende Laichverhältnisse an, verursacht durch den ungewöhnlich strengen Spätwinter. Im südlichen Teil unseres Untersuchungsgebietes kommt Wittlingsbrut nur im Bereich des über 5° C warmen Westwassers vor; ihre Häufigkeit ist gering, durchschnittlich 20 Eier und 3 Larven, maximal 62 bzw. 18 je qm. Vor der nordfriesischen Küste herrschen dagegen noch für das Laichen ungünstige Bedingungen, die Temperatur des Oberflächenwassers liegt unter 5° C, der Salzgehalt größten Teils unter 32 ‰, sodaß wir hier keine Brut antreffen. Wir beobachten sie erst wieder auf der Jütlandbank und im Skagerrak, wo das Oberflächenwasser Temperaturen von 6—8° C aufweist. Auf der Jütlandbank beträgt die größte Häufigkeit der Eier 45, die der Larven 2, im Skagerrak aber wird der ungewöhnlich hohe Wert von 702 Eiern erreicht, da sich hier das Laichen auf die schmale Zunge salzreicheren Wassers zusammendrängt, die von Westen her in das Skagerrak vorstößt. Die gleiche Erscheinung treffen wir auch beim Sprott (s. S. 188) und *Onos cimbrius* (s. S. 200) an:

Abstand in Sm nördlich Hansthalm	Tiefe in m	Oberflächenwasser		Wittling			<i>Onos cimbrius</i>		
		Temperatur in °C	Salzgehalt in ‰	Eier je qm	Verhältnis der Eistadien I: II + III	Larven je qm	Eier je qm	Verhältnis der Eistadien I: II + III	Larven je qm
42	377	8.0	31.47	3	1:0	0	21	1:2	0
34	154	7.7	31.89	3	0:1	3	9	0:1	9
27	95	7.4	33.39	30	9:1	42	3	1:0	0
20	55	6.8	34.36	702	4:1	15	405	14:1	0
10	25	6.9	33.31	15	1:0	0	0		0
5	19.5	6.9	32.86	3	1:0	0	0		0

Im Juni 1930 ist bei Oberflächen-Temperaturen von 11—17° C das Laichen des Wittlings in der südlichen und mittleren Nordsee nahezu beendet. In der Deutschen Bucht erreichen die Eier und Larven höchstens eine Dichte von 15 bzw. 9, weiter nördlich, auf der Fischerbank, Jütlandbank und im Skagerrak treten nur noch Larven vereinzelt, bis 5 je qm auf.

Vergleichen wir die Verteilungsbilder der Wittlingsbrut in der südlichen Nordsee während verschiedener Monate und Jahre miteinander, so ergeben sich als gemeinsame



Züge bestimmte, eindeutige Beziehungen der räumlichen Lage des Laichens zu einigen Außenbedingungen. Hinsichtlich der Tiefenverhältnisse beobachten wir eine deutliche Bevorzugung der flacheren Gründe zwischen 20 und 40 m. Das weniger als 20 m tiefe, starken Schwankungen der Temperatur- und Salzgehaltsverhältnisse unterworfenen Küstenwasser wird dagegen vom Wittling wie auch von der Mehrzahl der übrigen Nordseefische, die nicht ausgesprochene Küstenbewohner sind, als Laichplatz gemieden. Nach der Tiefe hin können wir auf sämtlichen Fahrten eine deutliche Abnahme der Brutdichte jenseits der 40 m-Tiefenlinie erkennen, entgegen der Ansicht von EHRENBAUM (1936) und SCHNAKENBECK (1929), nach denen die Hauptlaichgebiete des Wittlings in der Nordsee „auf Gründen von 40–50 m Tiefe, also meist jenseits der Kabeljaulaichgründe“ liegen (EHRENBAUM l. c.). Nach unseren Beobachtungen (südl. Nordsee) laicht vielmehr der Kabeljau meist weiter seewärts, während sich die Laichgründe des Wittlings im Bereich der mehr der Küste genäherten westlichen Strömung hinziehen (vergl. Abb. 4 und 7). Die untere Grenze des günstigen Salzgehaltes liegt wie beim Kabeljau bei etwa 32‰, sodaß im März 1926 bei beiden Arten die Ausbreitungsgrenze gegen das in diesem Jahre in außergewöhnlich weitem Ausmaße ausgesüßte Wasser der Helgoländer Bucht ungefähr den gleichen Verlauf nimmt.

Den größten Einfluß auf die Brutverteilung haben jedoch zweifellos die Temperaturverhältnisse. Die folgende Tabelle, die teils nach eigenen Beobachtungen, teils nach Angaben bei STRODTMANN, EHRENBAUM, REDEKE und VAN BREEMEN und TESCH zusammengestellt wurde, gibt einen Ueberblick über den Gang der Oberflächentemperatur und der jeweils beobachteten größten Häufigkeit der Wittlingeier in einigen Gebietsabschnitten der südlichen Nordsee:

## Oberflächen-Temperaturen

	Kanalein- gang bis Haaks Grund	Terschellinger Bank-Austern- grund — Bor- kum-Riff	Gründe westlich und nördlich Helgoland	Sylt-Außengrund — Horns-Riff
Januar	5.2— 8.3	3.8	4.0— 5.3	
Februar	4.8— 6.9	3.4— 5.5	3.7— 5.0	1.0— 4.5
März	4.1— 6.2	4.4— 6.0	(1937 2.0) 3.6— 5.4	(1937 2.0) 3.0— 5.2
April	6.1—10.4	5.8— 7.9	5.8— 6.9	6.0— 7.1
Mai	6.4— 9.4	6.0— 8.1	(1929 4.4) 6.2—10.7	(1929 4.0) 6.1—10.0
Juni	9.9—10.6	12.1—12.4	10.5—15.4	12.2—13.3

## größte Häufigkeit der Eier je qm

Januar	113—477	10	0	0
Februar	40—171	83— 98	20	3
März	162	330—621	20—130	20—53
April		45	129	60—85
Mai	3	10— 62	10	10—60
Juni	7	15	11	9—11

Nach unseren Beobachtungen liegen die optimalen Laichtemperaturen beim Wittling zwischen 5—8° C (in obiger Tabelle kursiv); nach DAMAS (1909) betragen sie 6—10° C. Nach JOHS. SCHMIDT (1909) 5—10° C und nach RUSSEL (1935/36) 9—9,5° C. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, werden diese optimalen Temperaturen in der südlichen Nordsee am frühesten im Südwesten erreicht und halten hier unter dem ausgleichenden Einfluß des atlantischen Einstromes („Kanalwasser“) die längste Zeit an, wogegen sie im Osten erst später und für kürzere Dauer eintreten. Entsprechend dieser zeitlich-räumlichen Verschiebung des optimalen Temperaturbereichs sehen wir eine gleichgerichtete Verlagerung des Laichzentrums von West nach Ost: am stärksten und von längster Dauer ist das Laichen in den westlichen Gebieten, umgekehrt am schwächsten und kürzesten im Osten. Sehr anschaulich zeigt diese Verlagerung des Laichschwerpunktes ein Vergleich der Wittlingsbrut während Februar 1936 — März 1937 — April 1932 (Abb. 7, 8, 9). Hierbei ist zu beachten, daß auf der Karte von März 1937 aus zeichnerischen Gründen der für die Wiedergabe der Brutmengen gewählte Maßstab auf  $\frac{1}{5}$  des der beiden anderen Karten herabgesetzt werden mußte. Bei gleichem Maßstabe würden also die den Brutmengen entsprechenden Rechtecke auf Abb. 8 fünf mal so groß erscheinen wie auf den Abbildungen 7 und 9.

*Gadus minutus.*

Wie auf Seite 195 schon erwähnt, beobachten wir im Skagerrak und westlich Jütlands kleine Eier mit homogenem Dotter, die ihrer Größe nach zwischen denen von Kliesche und Wittling stehen und zweifellos zu *G. minutus* gehören. Ihr Durchmesser beträgt im Mai 1929 und Juni 1930 0.86—1.04 mm (Mittelwert 0.945 mm), (nach EHRENBaum 1911: 0.95—1.07 mm). Vereinzelt treten auch Larven auf, doch war ihre Trennung von denen des Wittlings bei dem konservierten Material nicht völlig sicher durchzuführen.

Im Mai 1929 sind die Eier auf die von Westen her in das Skagerrak vorstoßende Zunge salzreicheren Wassers zusammengedrängt (siehe auch Sprott und Wittling S. 188 und 198), wo ihre größte Häufigkeit 66 beträgt. Auf den nördlich der Stromzunge gelegenen Stationen kommen sie dagegen seltener vor, 3—12 je qm. Im Juni 1930 sind sie nur in geringer Zahl, 1—9 je qm, über Fischer-, Jütland-Bank und das Skagerrak verbreitet.

*Gadus luscus.*

Von dieser Art treffen wir während Februar-April vereinzelte Larven, höchstens 1—3 je qm, im Bereich des Kanalstromes an, in dem sie von den tiefer im Kanal gelegenen Laichplätzen der Art in die südliche Nordsee verdriftet werden.

*Onos cimbrius und mustela, Arnoglossus lanterna, Scopthalmus norvegicus.*

Die Trennung der Eier dieser Arten bereitet, solange wir nicht die Pigmentierung der Embryonen zu Hilfe ziehen können, große Schwierigkeiten. Während Februar und März sind wir jedoch sicher, ausschließlich *Onos*-Eier vor uns zu haben, da die Laichzeit von *Scopthalmus* erst im April, die von *Arnoglossus* im Mai-Juni beginnt.

*Onos*: Im Februar 1936 kommen vorwiegend auf jüngsten Entwicklungsstadien stehende Eier in geringer Zahl verstreut vom Kanaleingang und Doggerbank bis Helgoland vor. Im März 1926, 1935, 1937 und April 1936 treten neben den Eiern, die von der Flämischen Bucht über Austergrund bis Helgoland verbreitet sind, auch Larven von *O. cimbrius* auf. Aehnlich wie Kabeljau und Wittling scheint diese Art das salzarme Küstenwasser zu meiden. Im März 1926 beobachten wir nämlich auf den Gründen um Helgoland, die diesmal noch im Bereich des Küstenwassers liegen, nur vereinzelt *Onos*-Brut; erst weiter seewärts, im salzreichen Wasser tritt sie in größerer Häufigkeit auf. Ebenso fehlt die *Onos*-Brut im April 1936 in dem breiten Küstenwasser-Streifen (Maas-Rhein-Wasser, Salzgehalt < 30‰) längs der holländischen Kanalküste. Im April 1932 und Mai 1931, 1933 erscheint neben der Brut von *O. cimbrius* auch solche von *O. mustela*, sie ist aber in ihrer Verbreitung ganz an die flache Küstenzone gebunden, während *cimbrius* das tiefere Wasser jenseits der 30 m-Tiefenlinie bevorzugt. Im Mai 1929 hat sich infolge des strengen Spätwinters auch bei *Onos* das Laichen stark verzögert. In der Deutschen Bucht und vor der dänischen Westküste fehlen Eier noch so gut wie ganz. In größerer Häufigkeit beobachten wir sie, selten auch Larven von *Onos cimbrius*, auf dem Austergrund und im Skagerrak. In beiden Gebieten ist die Erwärmung weiter fortgeschritten, die Oberflächentemperaturen liegen über 6° C, in der Deutschen Bucht dagegen noch unter 5—6° C. Im Skagerrak drängt sich das Laichgebiet ganz auf die schmale, nach Osten gerichtete Strömungszunge zusammen, wie wir es bereits beim Sprott und Wittling sahen (vergl. Tabelle auf Seite 198). *Onos mustela*-Brut kommt wiederum nur in Küstennähe, auf Texel-Grund, vor.

Im Juni 1930 ist *Onos*-Brut in der Deutschen Bucht selten geworden. Im tieferen Wasser, jenseits der 20 m-Tiefenlinie, beobachten wir Eier und Larven von *O. cimbrius*, in Küstennähe dagegen nur Eier, von denen sicher ein Teil zu *Arnoglossus* gehört. Größere Verbreitung zeigt die *Onos*-Brut auf den Bänken vor der dänischen Küste, wo diesmal *mustela*-Larven auch im tieferen Wasser neben denen von *cimbrius* vorgefunden werden, so auf der Großen Fischerbank und im Eingang des Skagerraks. Auf den küstennahen Stationen ist dagegen nur *mustela* vertreten.

Eine Vorstellung über die Häufigkeit der Eier und Larven gibt die folgende Uebersicht. Die für Juni angegebenen Zahlen dürfen nur als Annäherungswerte betrachtet werden, da in diesem Monat neben den Eiern von *Onos* auch solche von *Arnoglossus* und *Scopthalmus* auftraten, deren Trennung voneinander nicht mit völliger Sicherheit durchgeführt werden konnte.

	<i>Onos cimbricus</i>			<i>Onos mustela</i>		
	Eier je qm	Larven je qm	Gebiet	Eier je qm	Larven je qm	Gebiet
II. 1936	1—5	0	Kanaleingang — Austerngrund — Deutsche Bucht	0	0	
III. 1926	2—18	3	Deutsche Bucht	0	0	
III. 1935	5—7	2	Deutsche Bucht	0	0	
III. 1937	1—26	1—4	Deutsche Bucht	0	0	
IV. 1932	1—10	1—6	Deutsche Bucht, tieferes Wasser	1—15	1—6	Deutsche Bucht, Küstenwasser
IV. 1936	1—8	2	Flämische Bucht — Terschelling-Bank — Deutsche Bucht	0	0	
V. 1929	26—41	2	Austerngrund	2	3	Texel-Grund
	3—21, 405	9	Skagerrak			
V. 1931	18—23	3—5	Deutsche Bucht, tieferes Wasser	2—29 ?	2	Deutsche Bucht, Küstenwasser
V. 1933	8	1	Deutsche Bucht, tieferes Wasser	1—23	1—2	Deutsche Bucht, Küstenwasser
VI. 1930	2—5	2—3	Deutsche Bucht	2—9 ?	0	Deutsche Bucht
	2—21	2—8	Fischerbank — Jütlandbank — Skagerrak	2—9 ?	2—5	Fischerbank — Jütlandbank — Skagerrak

*Arnoglossus lanterna*, Lammszunge: Von dieser Art stammt vermutlich ein Teil der kleinen Eier mit Oelkugel, die wir Mai 1933 und Juni 1930 im deutschen Küstenwasser, besonders in unmittelbarer Nähe der Inseln, in geringer Zahl, 1—8 je qm, antreffen und die sich von den gleichzeitig beobachteten *Onos*-Eiern durch den etwas kleineren Durchmesser unterscheiden:

V. 1933, VI. 1930	<i>Arnoglossus lanterna</i>	<i>Onos cimbricus</i> u. <i>mustela</i>	<i>Scophthalmus norvegicus</i>
Ei-Durchmesser in mm	0.67—0.74	0.71—0.88	0.81—0.94
Oelkugel-Durchmesser in mm	0.13—0.17	0.13—0.20	0,13—0.20

*Scophthalmus norvegicus*: Die Eier dieser Art sind, wie die oben stehende Tabelle zeigt, durchschnittlich etwas größer als die von *Onos*. Auf älteren Entwicklungsstadien unterscheiden sie sich auch noch durch die zartere Pigmentierung der Embryonen, außerdem greift bei älteren Embryonen das schwarze Pigment auch auf die Flossensäume über. Schließlich kann die Lage des Afters, Pleuronectiden- oder Gadiden-After, zur Trennung der beiden Eisorten herangezogen werden.

Eier, selten auch Larven beobachten wir im Juni 1930 auf den Bänken westlich Dänemark in geringer Häufigkeit, maximal 14 Eier bzw. 2 Larven. Im Süden reicht ihr Vorkommen bis etwa zur Breite von Esbjerg—Südliche Schlickbank und nach der Küste zu bildet die 20m-Tiefenlinie die Verbreitungsgrenze.

#### *Molva vulgaris*, Leng.

Eier und Larven des Leng wurden nur auf zwei unserer Fahrten, im Mai 1929 und Juni 1930 in geringer Zahl, 2—5 je qm, auf der Jütland-Bank und im Skagerrak erbeutet. Die Eier sind nicht mit völliger Sicherheit bestimmbar, da sie von derselben Größenordnung wie die gleichzeitig auftretenden *Caranx*-Eier sind und die den letzteren eigentümliche Dottersegmentierung an altem, konservierten Material nicht deutlich erkennbar zu sein scheint.

### *Centronotus gunnellus*, Butterfisch.

Die Larven des Butterfisches sind im Plankton meist zu selten vertreten, als daß sie regelmäßiger von den quantitativen Vertikalfängen erfaßt würden. Wir müssen uns daher für die Feststellung ihrer Verbreitung hauptsächlich auf die qualitativen Horizontalfänge mit dem Knüppelnetz stützen, mit welchem sie in etwas größerer Menge erbeutet werden. Da die Larven bereits im Januar zu schlüpfen beginnen (EHRENBAUM 1904), treffen wir sie auf allen Fahrten während Februar bis Mai im Küstenwasser bis etwa zur 30m-Tiefenlinie an; erst im Juni sind sie ganz aus dem Plankton verschwunden. Vor der west- und ostfriesischen Küste treten sie nur vereinzelt auf, viel häufiger und regelmäßiger kommen sie dagegen bei Helgoland und weiter nördlich auf Sylt- Innen- und Außengrund bis Horns-Riff vor. Die Helgoländer Felsgründe und ebenso die Austernbänke vor der Nordfriesischen Küste scheinen ein bevorzugter Wohn- und Laichplatz von *Centronotus* in der südöstlichen Nordsee zu sein, von wo seine Larven in dem östlichen Bogen des Deutsche-Bucht-Wirbels nach Norden verdriftet werden.

Im Februar-März beträgt die Länge der Larven, die teilweise noch im Besitz des Dottersackes sind, 10—17 mm; ab April aber scheint der größte Teil der Eier geschlüpft zu sein, sodaß jetzt Larven von 15—28 mm Länge vorherrschen. Nur Mai 1929 zeigt sich wieder eine starke Verzögerung in der Entwicklung; die Larvengröße beträgt wie im März anderer Jahre erst 10—17 mm.

### *Callionymus lyra*, Leierfisch.

Die Eier von *Callionymus* sind an der Wabenstruktur ihrer Haut immer leicht zu erkennen. Auf unseren Fahrten finden wir sie meist schon ab April, die Hochzeit des Laichens fällt aber erst in den Mai und Juni.

April 1932 sind Eier nur an zwei Stellen häufiger, einmal nordwestlich Borkum-Riff, wo ihre Dichte durchschnittlich 15, maximal 18 Eier beträgt, und ferner auf Horns-Riff, wo wir durchschnittlich 9, maximal 27 Eier je qm zählen. Im mittleren Teil der Deutschen Bucht sind sie dagegen weit seltener, im Durchschnitt nur 4—7 je qm und in den beiden Kopepoden-armen Zonen nördlich Borkum-Norderney und bei Esbjerg (siehe Abb. 1), außerdem im Süden und Osten von Helgoland fehlen sie ganz. Die Ursache dieser ungleichmäßigen Verteilung liegt sicher zum größten Teil in den verschiedenen Temperaturverhältnissen. Innerhalb der beiden Hauptvorkommen der Eier messen wir am Boden Temperaturen von 5.7—7.0° C, meist über 6.5° C., in den Gebieten, in denen die Eier fehlen oder nur geringe Häufigkeit erlangen, liegen die Temperaturen dagegen noch unter 6.0—6.5° C. Im April 1936 beobachten wir *Callionymus*-Eier von der Flämischen Bucht bis westlich Helgoland, ihre Fangdichte ist aber noch sehr gering, 1—3, nur in der Flämischen Bucht und nördlich Borkum-Riff werden höhere Werte (11—12) erreicht.

Im Mai 1929 hat das Laichen in der südöstlichen und östlichen Nordsee noch nicht begonnen, was bei der bekannten Temperaturanomalie dieses Jahres nicht überrascht. Ein einziger Eifund liegt in der Nähe von Vlieland, wo wir eine Bodentemperatur von 8.7° C. beobachteten.

Im Mai 1931 kommen nur vor den ostfriesischen Inseln Eier in geringer Zahl, bis zu 9 je qm vor. Größere Häufigkeit erreichen sie dagegen im Mai 1933, in welchem Monat wir bei Borkum-Norderney durchschnittlich 50, maximal 128 Eier je qm finden. In den übrigen Teilen der Deutschen Bucht sind sie dagegen seltener: durchschnittlich 8—15, maximal 38 Eier je qm. Den Unterschieden in der Fangdichte der Eier entsprechen wie 1932 wieder solche der Bodentemperatur. Diese beträgt in dem Hauptlaichgebiet 8.6—11.0° C., außerhalb desselben 5.8—9.9° C, meist über 6.7° C. Wie aus dem Ueberwiegen jüngster Entwicklungsstadien bei den Eiern und dem Fehlen von Larven zu erkennen ist, hat das Laichen erst vor kurzer Zeit begonnen. Lediglich in dem Gebiet bei Borkum-Norderney, wo wir die größten Eimengen antreffen, ist es etwas weiter fortgeschritten, sodaß hier etwa die Hälfte der Eier auf späteren Stadien (II und III) steht.

Im Juni 1930 scheinen wir bereits das Ende der Laichzeit getroffen zu haben. Eier kommen nur in geringer Zahl, bis 9 je qm, vor und stehen zum großen Teil auf älteren Stadien. Daneben finden wir vereinzelt auch wenige Larven, 1—5 je qm. Mit Ausnahme der ganz in Küstennähe gelegenen Stationen und des Gebietes westlich Hever-Amrum, in dem auch schon im Mai 1933 Eier fehlten, ist die Brut über die ganze Deutsche Bucht bis zur 40m-Tiefenlinie und bis nordwestlich Horns-Riff verbreitet. Auf den Bänken westlich der dänischen Küste findet kein Laichen statt, erst im Skagerrak treffen wir

innerhalb des bis 40 m tiefen Wassers einige Eier (2 je qm) an. Die Bodentemperaturen liegen in der Deutschen Bucht und im Skagerrak, so weit wir dort Eier beobachteten, zwischen 7 und 12.8° C., dagegen betragen sie auf Jütland-, Nördlicher Schlick-, Kleiner und Grosser Fischer-Bank nur 5.5—6.7° C., sodaß wir hier noch mit einem späteren Beginn des Laichens rechnen können.

Zusammenfassend können wir folgende Beziehungen zwischen Laichstärke und Bodentemperatur feststellen:

Bodentemperatur	Fangdichte der Eier
unter 6.5° C. kein Laichen	0 je qm
6.5— 9.9° C. Beginn des Laichens	bis 38 je qm
8.6—11.0° C. Hochzeit des Laichens	50—128 je qm
7.0—12.8° C. Ende des Laichens	1— 9 je qm (2—5 Larven je qm).

Außer durch die Temperatur des Wassers unmittelbar wird der Beginn des Laichens bei *Callionymus* als Standfisch sicher auch von dem Verlauf der Erwärmung in der vorhergehenden Zeit, während der Reifung der Gonaden, beeinflußt. In diesem Sinne lassen sich die Unterschiede in der zeitlichen und räumlichen Lage des Laichens während der verschiedenen Jahre auf Unterschiede in der Thermik der betreffenden Jahre beziehungsweise Gebiete zurückführen.

Monatsmittel der Oberflächen-Temperatur bei den Feuerschiffen Borkum-Riff und Horns Riff und ihre Abweichungen vom Dekaden-Monatsmittel (1922—1932). (Zusammengestellt nach ZORELL 1935 und den „Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen“, Deutsche Seewarte Hamburg.)

		Januar	Februar	März	April	Mai
Borkum-Riff Feuerschiff	1929	3.6 —1.3	-0.2 —4.1	-0.1 —4.0	2.5 —3.2	7.2 —2.1
	1930	6.3 1.4	4.3 0.4	3.9 0.0	5.8 0.1	9.3 0.0
	1931	5.7 0.8	4.4 0.5	4.1 0.2	5.5 —0.2	9.4 0.1
	1932	6.6 1.7	5.4 1.5	4.2 0.3	6.2 0.5	9.9 0.6
	1933	4.9 0.0	3.8 —0.1	4.4 0.5	6.9 1.2	9.9 0.6
Horns Riff Feuerschiff	1929	2.8 —1.8	1.1 —2.3	-0.1 —3.0	2.2 —2.4	6.5 —1.7
	1930	5.8 1.2	3.1 —0.3	3.2 0.3	4.9 0.3	8.6 0.4
	1931	4.6 0.0	3.4 0.0	2.1 0.8	3.9 0.7	8.6 0.4
	1932	6.0 1.4	4.3 0.9	3.6 —0.7	5.1 —0.5	8.6 0.4

Abgesehen vom Jahre 1929, dessen abnorme Temperaturverhältnisse in den starken, negativen Abweichungen der Monatsmittel während der ersten fünf Monate ihren Ausdruck finden, erkennen wir 1931 gegenüber den Jahren 1930, 1932 und 1933 eine deutliche Verzögerung des Temperaturanstieges, namentlich im Nordosten der Deutschen Bucht. In diesem Jahre weicht bei Borkum-Riff das Monatsmittel vom April, bei Horns Riff von März und April im negativen Sinne vom Dekaden-Monatsmittel ab und entsprechend können wir auch in der Brutdichte Unterschiede sowohl zwischen diesen beiden Gebieten als auch gegenüber den Jahren 1932 und 1933 feststellen. 1931 hat das Laichen allein im Südwesten der Deutschen Bucht begonnen und die Häufigkeit der Eier bleibt hier mit nur 1—9 je qm noch stark hinter der in den Jahren 1932 und 1933 zurück, obwohl die Bodentemperaturen gegenüber 1932 sogar höher sind:

		Bodentemperaturen	Fangdichte der Eier
Mai 1931	Borkum—Norderney	6.8— 8.8° C.	1— 9 je qm
April 1932	Borkum-Riff und Horns Riff	6.5— 7.0 „	9— 27 „ „
	nördl. Helgoland	6.7— 9.9 „	8— 38 „ „
Mai 1933	Borkum—Norderney	8.6—11.0 „	50—128 „ „

Als Laichgebiet von *Callionymus* kommt in der südlichen Nordsee das ganze Küstengebiet diesseits der 40 m-Tiefenlinie vom Kanaleingang bis ins Skagerrak in Betracht. Gemieden wird nur ein schmaler Streifen in unmittelbarer Küstennähe, das flache Wasser innerhalb der Inselketten, sowie das unter starkem Einfluß des Elbe-Weser-Wassers stehende Gebiet vor der Mündung dieser beiden Flüsse bis etwa westlich Hever-Amrum.

### *Gobius minutus.*

Das Verbreitungsgebiet der Larven der kleinen Grundel, die erst Ende Mai bis Juni im Plankton erscheinen, ist wie das des erwachsenen Fisches das Küstengebiet und reicht seewärts nicht über die 30 m-Tiefenlinie hinaus, von dem Vorkommen einiger verdrifteter Larven über größeren Tiefen abgesehen. Während der Fahrten im März bis April, ebenso im Mai 1929 und 1931 finden wir noch keine Larven in unseren Fängen. Vereinzelt treten sie in geringer Zahl von 1—5 je qm im Mai 1933 auf, aber erst im Juni 1930 sind sie in größerer Menge auf allen Stationen vor der ost- und nordfriesischen Küste und ferner im Skagerrak vorhanden, fehlen aber vor der dänischen Küste zwischen Ringkjöbing und Hanstholm:

	mittlere Dichte der Larven je qm	maximale Dichte der Larven je qm
Küstenwasser zwischen Borkum und Festland	50	108
nördlich Borkum—Norderney und südlich Helgoland—Sylt-Gründe	15	42
Küstenwasser bei List auf Sylt und zwischen Horns Riff und Blaavands Huk	61	99
Skagerrak 10 Sm nördl. Hanstholm (25 m Tiefe) und 20 Sm südl. der norwegischen Küste (400 m Tiefe)	7	8

Die Länge der im Juni 1930 beobachteten Larven beträgt zumeist 3—4 mm; seltener kommen auch junge Stadien mit Dotterresten sowie größere Larven von 5—13 mm Länge vor, letztere vor allem auf den mehr küstenfernen Stationen.

### *Aphya pellucida* und *Crystallogobius linearis* (= *C. nilssoni*).

Diese beiden pelagischen Gobiiden erbeuten wir während Februar bis April nur als Jungfische oder schon erwachsene Tiere mit dem horizontal fischenden Knüppelnetz. *Aphya* kommt hauptsächlich im flachen Wasser diesseits der 30 m-Tiefenlinie vor, im tieferen Wasser nur vereinzelt, wogegen *Crystallogobius* meist weiter seewärts gefangen wird; im Februar 1936 ist er zum Beispiel häufig im westlichen Teil der Doggerbank, im Outer Silver Pit, Ton-Tief und auf der Weißen Bank, fehlt dagegen fast ganz in den zwischen Küste und 40 m-Linie gelegenen Gebieten.

### *Drepanopsetta platessoides*, Doggerscharbe.

Das Laichgebiet dieser Art liegt mehr in der nördlichen Hälfte der Nordsee, sodaß wir ihre Brut wie beim Schellfisch nur gelegentlich auf unseren Fahrten antreffen. Im März 1926 und 1937, April 1932 und Mai 1931 beobachten wir Eier (höchstens 5 je qm) und Larven (weniger als 1 je qm) im östlichen Teil des Austerngrundes, auf der Weißen Bank und Horns Riff, öfter neben Schellfischbrut, und im Mai 1929 und Juni 1930 nur noch ältere Larven von 8—30, selten bis 70 mm Länge im Skagerrak, namentlich in der schon mehrfach erwähnten, südlichen Stromzunge.

### *Pleuronectes platessa*, Scholle.

Die Bestimmung der Schollenbrut aus der südlichen Nordsee bereitet kaum Schwierigkeiten. Die Eier sind immer mit völliger Sicherheit zu erkennen, dagegen können über die Zugehörigkeit der Larven zu Scholle oder Kliesche mitunter Zweifel auftreten, wenn auch nach der Größe der Entwicklungsstadien, der Pigmentverteilung sowie der Wirbelzahl meist eine sichere Entscheidung zu treffen ist.

Um einen Einblick in die Alterszusammensetzung der Brutschwärme zu gewinnen, unterscheiden wir bei der Scholle nach einfachen, leicht erkennbaren morphologischen Merkmalen folgende Entwicklungsstadien:

Entwicklungsstadium	Morphologische Merkmale	Höchsteralter in Tagen, für Durchschnittstemperaturen von 4—7° C.
Eier	I Embryo noch nicht erkennbar	5
	II Embryo noch kürzer als der halbe Dotterumfang	10
	III Embryo länger als der halbe Dotterumfang	21
Larven	Do Dotter noch nicht aufgezehrt	33
	Dg Darm noch ziemlich gestreckt, nicht stark aufgewunden	41
	Kn Darm zu einem Knäuel aufgewunden, Hypuralflosse erst schwach entwickelt	49
	Hp Hypuralflosse weiter entwickelt, Urochorda aufgebogen	55
	Fl Flossenstrahlen angelegt bis weiter entwickelt	61
	As Beginnende Asymmetrie, Auge zur Kopfkante wandernd	67

Erklärung zu Abbildung 10. Scholle 1.—21. Februar 1936.

Eier (linkes Rechteck)	punktiert — Stadium I wagrecht schraffiert — Stadium II schwarz — Stadium III
Larven (rechte Rechtecke)	punktiert — Stadium Do wagrecht weit schraffiert — Dg senkrecht eng schraffiert — Kn wagrecht eng schraffiert — Hp kreuz-schraffiert — Fl schwarz — As
— . . . . . —	40 m Tiefenlinie
_____ und . . . . .	Isosalinen (‰)

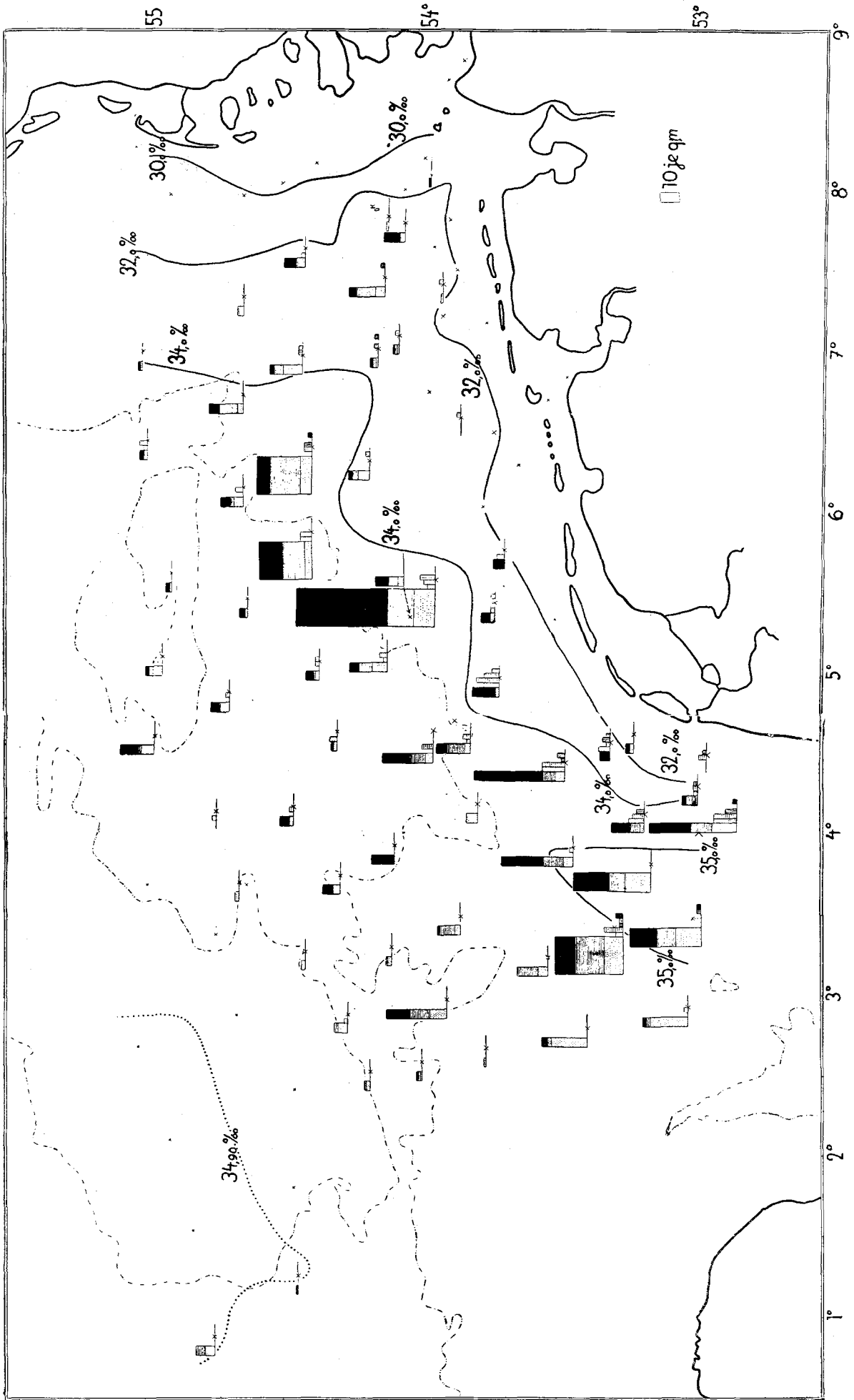


Abbildung 10.

Die Altersangaben in der oben stehenden Tabelle sind nach den Untersuchungen über die Entwicklung der Schollenbrut von DANNEVIG (1897), REIBISCH (1902), APSTEIN (1909) und anderen als Annäherungswerte für einen durchschnittlichen Temperaturbereich von 4—7° C. berechnet, der etwa den Temperaturverhältnissen in der südlichen Nordsee während der Fortpflanzungszeit der Scholle entspricht.

Dank zahlreicher Untersuchungen der Anliegerstaaten der Nordsee sind wir über die Laichverhältnisse der Scholle bereits gut unterrichtet. Als Hauptlaichgebiet kommen die tieferen Gründe südlich und südöstlich der Doggerbank vom Kanaleingang bis Helgoland und Horns Riff in Betracht, der Schwerpunkt fällt jedoch in die Flämische Bucht, wo die Eidichte ihre höchsten Werte von über 100 bis 576 erreicht, während sie in den übrigen Gebietsteilen meist unter 40 bleibt. Von weit geringerer Bedeutung sind die Laichplätze im Firth of Moray, vor Flamborough Head und auf der Großen Fischer-Bank.

Durch unsere Untersuchungen erfahren diese Vorstellungen über die Laichverhältnisse teils eine Bestätigung, teils werden sie aber auch wesentlich erweitert, namentlich durch die Ergebnisse der Februarfahrt 1936. Auf dieser Reise (Abb. 10) wird die ganze südliche Nordsee von der Flämischen bis in die Deutsche Bucht berührt. Westlich Texel sehen wir große Eimengen, 40 bis 146 je qm, in dem salzreichen und wärmeren Kanalwasser (Salzgehalt > 35‰, Oberfl. Temperatur > 6° C.) zungenförmig nach Nordosten vorstoßen, wie das schon mehrfach beobachtet worden ist (REDEKE u. VAN BREEMEN 1909, EHRENBAUM 1910b, BUCHANAN-WOLLASTON 1915). Wir haben hier einen Ausläufer des tiefer in der Flämischen Bucht gelegenen Hauptlaichplatzes der Scholle vor uns. Die bedeutungslosen Funde von Eiern im Westen der Doggerbank, maximal 10 je qm, sind dagegen sicher dem vor Flamborough Head gelegenen Laichgebiet zuzurechnen.

Auf Terschellinger Bank und dem westlichen Teil des Austergrundes sinkt dann die Häufigkeit der Eier auf 14—27 herab, erreicht aber weiter östlich ein zweites Maximum mit 111—294. Dies ist das erste Mal, daß auch in der südöstlichen Nordsee, die zwar als Laichgebiet der Scholle schon bekannt war, in der aber bisher kaum mehr als 40 Eier je qm beobachtet wurden, ein Laichen von gleich großer Stärke wie in der Flämischen Bucht festgestellt werden kann. Handelt es sich nun hierbei um einmalige, außergewöhnliche Verhältnisse, vielleicht hervorgerufen durch einen besonders reichen Jahrgang, oder findet auch in der südöstlichen Nordsee regelmäßig ein Laichen von annähernd gleicher Stärke wie im Kanaleingang statt, das nur mangels gründlicher Untersuchung während der dort als Laichhochzeit in Betracht kommenden Monate Januar—Februar unserer Kenntnis verborgen geblieben ist?

In der folgenden Tabelle sind nach Angaben von U. SCHMIDT (1938) über die Schollenanlandungen der deutschen Kutter aus der Nordsee für verschiedene Jahre die Mengen der laichreifen Tiere (in 1000 Stück) zusammengestellt, wobei einmal die älteren Jahrgänge ab Altersgruppe V einschließlich, das andere Mal ab Gruppe VI als geschlechtsreif angenommen worden sind.

	Mengen geschlechtsreifer Tiere (in 1000 Stück) in den Schollenanlandungen der deutschen Kutter aus der Nordsee in den Fangjahren:							
	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937
Geschlechtsreife gerechnet ab Altersgruppe V	5248	3934	4874	<i>17384</i>	<i>11929</i>	<i>10127</i>	<i>5661</i>	<i>2387</i>
„ „ VI	1098	1231	1354	2650	<i>9213</i>	<i>7917</i>	<i>3450</i>	<i>997</i>

Altersgruppe VIII—IX wird in dem betr. Fangjahr gebildet von Jahrgang	Anteil vom Hundert der älteren laichreifen Tiere (Altersgruppe VIII und IX) an der Gesamtmenge aller laichreifen Tiere:							
	1921—22	1922—23	1923—24	1924—25	1925—26	1926—27	1928	1928—29
Geschlechtsreife ab V	2	2	2	1	1	1	16	<i>15 %</i>
„ „ VI	16	7	7	5	2	1	26	<i>37 %</i>

(Die Jahre, in denen unter den laichreifen Tieren der Jahrgang 1928 vertreten ist, der nach SCHMIDT doppelt bis fünf mal so stark wie die anderen ist, sind durch *Kursivdruck* hervorgehoben.)

Wie wir sehen, ist 1936 die Zahl der laichreifen Tiere, für die wir als entsprechendes Maß die in der Tabelle aufgeführten Anlandungsmengen betrachten dürfen, nur wenig höher bis drei mal so groß wie in den Jahren, in denen der reiche Jahrgang 1928 noch nicht unter den laichreifen Schollen vertreten ist, gegenüber letzteren (1934



und 1935) dagegen kleiner. Jedoch ist der Anteil älterer Schollen, Altersgruppe VIII und IX, an der Gesamtmenge aller laichreifen Tiere im Fangjahr 1936 und ebenso 1937 erheblich größer als in den Vorjahren. Und da die von einem Weibchen produzierte Eimenge mit zunehmendem Alter und Größe der Tiere wächst, — sie ist nach FRANZ (1910) bei 8—9 Jahre alten Schollen etwa doppelt so groß wie bei 6—7jährigen, — so ist es durchaus möglich, daß die von uns im Februar 1936 in der südöstlichen Nordsee beobachtete, abweichend hohe Eidichte, die etwa das 5- bis 10-fache der anderer Jahre beträgt, wenigstens zum Teil durch diesen großen Anteil älterer, laichreifer Tiere des Jahrganges 1928 an der Gesamtmenge aller laichreifen Tiere bedingt wird. Sicher ist dies aber nicht die einzige Ursache. Denn einmal müßten wir dann auch in den Jahren 1934, 1935 und 1937 eine Erhöhung der Laichstärke gegenüber der anderer Jahre erwarten, was nach unseren Beobachtungen jedoch nicht zutrifft. Zum andern lassen die relativ großen Mengen von Larven, die wir auf allen Märzfahrten in der Deutschen Bucht antreffen, ein alljährliches, stärkeres Laichen in einem etwas westlicher gelegenen Gebiet während des Vormonats vermuten.

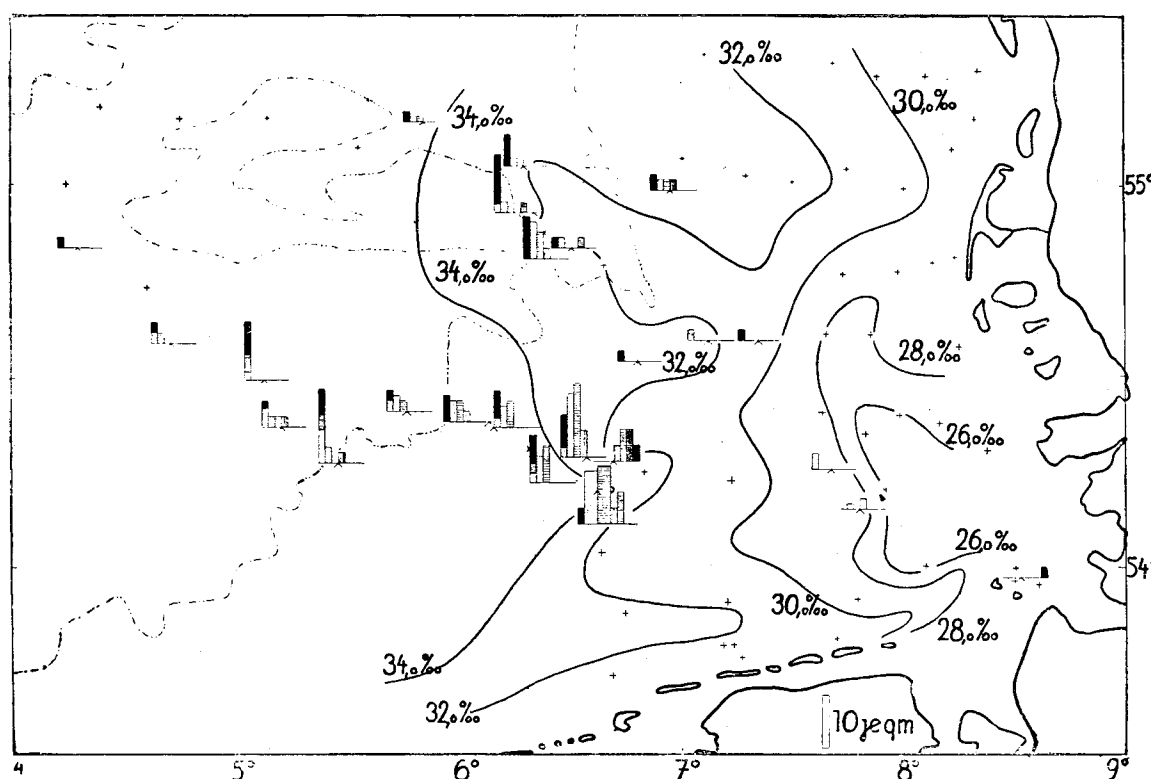


Abbildung 11. Scholle 11.—31. März 1926.

Eier und Larven Bezeichnung wie auf Abb. 10.  
 - - - - - 40 m Tiefenlinie  
 ————— Isohalinen (‰)

Während der Märzfahrten 1926, 1935 und 1937 (Abb. 11 und 12), die sich auf die Südostecke der Nordsee beschränken, bleibt die Verbreitungsdichte der Eier immer gering, wogegen die Larven verhältnismäßig häufig sind:

		März 1926	März 1935	März 1937
Eier je qm	maximal	14	26	35
.....	durchschnittlich	5	4	9
Larven je qm	maximal	51	15	29
.....	durchschnittlich	11	4	7

Das Vorkommen von Schollenbrut ist ganz an das salzreichere Wasser von mehr als 32 ‰ Salzgehalt gebunden und reicht mit diesem gewöhnlich (1935, 1937) bis Helgoland,

nur 1926 findet es schon nördlich Borkum seine Grenze nach Osten, etwa im Verlauf der 32‰ Isohaline. Hinsichtlich der Verbreitung der verschiedenen Entwicklungsstadien können wir deutliche Unterschiede feststellen. Während nämlich die Eier im März auf den nördlichen Stationen, besonders im Nordwesten von Helgoland, häufiger sind, finden wir die Menge der Larven mehr südlich und zwar um so weiter, je älter die betreffenden Stadien sind. Ferner erkennen wir eine allgemeine Abnahme der Brutdichte nach Westen hin, die wohl darauf zurückzuführen ist, daß das Laichgebiet der südöstlichen Nordsee mehr oder weniger scharf von dem der Flämischen Bucht abgesetzt ist, wie wir es sehr deutlich auf der Verbreitungskarte vom Februar 1936 erkennen können.

In den folgenden Monaten, April 1932 und 1936, Mai 1929 und 1931 ist dann das Laichgeschäft praktisch zu Ende. Eier beobachten wir nur ganz vereinzelt, dagegen sind die Larven noch etwas häufiger im Plankton vertreten, maximal 3 je qm, meist jedoch weniger, sodaß wir sie fast nur in den qualitativen Horizontalfängen vorfinden. Im Mai 1929 steht ein Teil der Larven noch auf den Stadien Do und Dg, dagegen kommen April 1932 und Mai 1931 nur mehr die Stadien Kn, Hp, Fl und As vor,

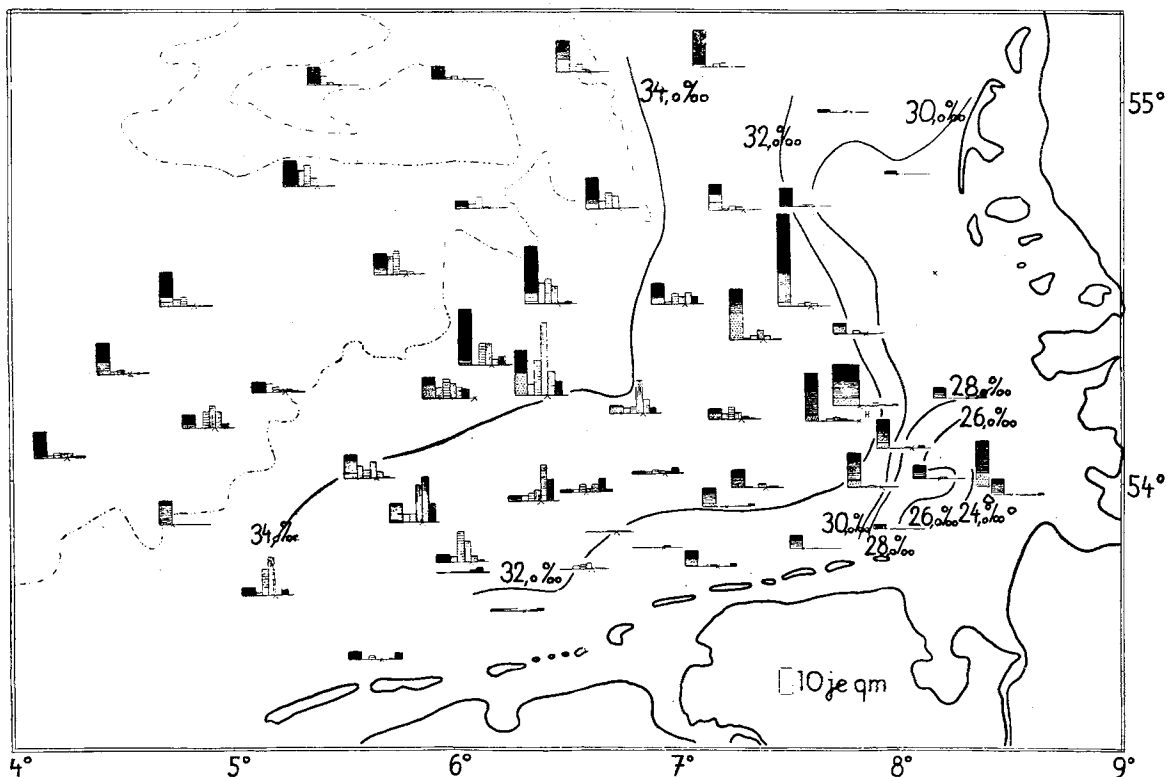


Abbildung 12. S'cholle 1.—19. März 1937

Eier und Larven	Bezeichnung wie auf Abb. 10.
— · · · · —	40 m Tiefenlinie
— — — — —	Isohalinen (‰)

von denen die beiden letzteren nach der Küste hin, besonders nördlich Borkum-Norderney häufiger werden. Während der Fahrten Mai 1933 und Juni 1930 treffen wir nirgends mehr Schollenbrut an.

Abschließend bleibt noch die Herkunft der großen Larvenmengen zu erörtern, denen wir während der Märzfahrten in der Deutschen Bucht begegnen. Wie aus der kleinen Uebersicht auf Seite 207 hervorgeht, ist zu dieser Zeit die Häufigkeit der Larven etwa gleich oder sogar noch größer (1926) als die der gleichzeitig angetroffenen Eier. Wollen wir nun von diesen Larvenmengen rückschließend die Häufigkeit der Eier berechnen, von denen die Entwicklung ausgegangen ist, so müssen wir den Verlust berücksichtigen, den die Brut im Laufe ihrer Entwicklung erleidet. Zu dem Verlust durch natürliche Zehrung ist auch noch der Brutaussfall durch Unbefruchtbleiben der Eier, durch Absinken

zu Boden oder in die bodennächste Schicht, die nicht mehr von unseren Vertikalnetzen durchfischt wird, durch Entwicklungsstörungen sowie schließlich durch Verdriftung aus dem Untersuchungsgebiet heraus hinzuzurechnen. Die Größe dieses Verlustes beträgt nach BUCHANAN-WOLLASTON (1923) für die Dauer der Entwicklung bis zum Schlüpfen annähernd  $\frac{5}{6}$ , das heißt, daß nur noch  $\frac{1}{6}$  aller ursprünglich abgelaichten Eier auf dem Schlüpfstadium zur Beobachtung gelangt.

Noch größer wird der Verlust, wenn wir die Entwicklung nicht bloß bis zum Schlüpfen der Eier, sondern bis auf weiter fortgeschrittene Larvenstadien verfolgen. Dann werden die innerhalb des Beobachtungsraumes verbliebenen Brutmengen einen noch kleineren Bruchteil des Ausgangsbestandes bilden. Letzterer wird also das Mehrfache der beobachteten Larvenmengen betragen, in unserem Falle für die im März angetroffenen Larven sicher auf 100 und mehr Eier je qm zu schätzen sein.

Es fragt sich nun, wann und wo die Eier, von denen unsere Larven stammen, abgelaicht wurden. Für den Zeitpunkt gibt uns das Alter der betreffenden Larvenstadien einen Anhalt (siehe Tabelle auf Seite 206). Hiernach fällt die Laichzeit je nach Alter der Larven um etwa 30—60 Tage vor den Fangtermin, also in die zweite Hälfte des Januar und Februar. Schwieriger ist die Lage des Laichplatzes festzustellen, solange wir keine genauen Angaben über die Strömungsgeschwindigkeit in dem betreffenden Gebiet und für die betreffende Zeit besitzen. Gewöhnlich setzt entlang der holländisch-deutschen Küste vom Kanal her eine Strömung in nordöstlicher Richtung, die jedoch weitgehend in Stärke und Richtung von den jeweils herrschenden Witterungsverhältnissen beeinflusst werden kann. 1926 sind nach den Beobachtungen auf Feuerschiff Borkum-Riff während Februar Winde aus westlichen und östlichen Richtungen etwa gleich häufig, erst im März überwiegen solche aus Westen; 1935 und 1937 herrschen im Februar westliche, zu Anfang März dagegen östliche Winde vor. In allen drei Jahren sind hiernach die Windverhältnisse nicht als besonders fördernd für die Nordost-Strömung anzusehen und es ist wenig wahrscheinlich, daß die von BÖHNECKE (1922) für den Austerngrund angegebenen Strömungsgeschwindigkeiten von rund 2 Sm. pro Tag erreicht wurden. Die Driftstrecken, die unsere Schollenlarven während ihrer Entwicklung zurückgelegt haben, werden daher kaum mehr als 100 Sm betragen.

Das Gesamtbild, das sich somit für die Herkunft der während März in der Deutschen Bucht beobachteten Larvenmengen ergibt, ist etwa folgendes und zeigt große Uebereinstimmung mit der Verteilung der Schollenbrut im Februar 1936: Ende Januar bis Februar findet im Gebiet Terschellinger Bank—Austerngrund—Borkum-Riff ein starkes Laichen der Scholle statt, sodaß, wie in der Flämischen Bucht, die Fangdichte der Eier auf über 100 steigt. In der folgenden Zeit wird die Brut durch die vorwiegend nordostwärts setzende Strömung in die Deutsche Bucht verdriftet, während gleichzeitig ihre Häufigkeit auf etwa  $\frac{1}{10}$  oder noch weniger des Ausgangswertes herabsinkt.

Dieses bedeutende Laichen der Scholle auf dem Austerngrund, das wir im Februar 1936 direkt nachweisen, sonst aber nach der Verbreitung und Häufigkeit der Larven während der Märzfahrten zurückschließend vermuten können, bestätigt die Anschauungen AAGE JENSENS (1933), wonach sich der Schollenbestand im Horns Riff-Gebiet nicht aus den Laichgründen in der Flämischen Bucht (220—260 Sm. Entfernung), sondern aus solchen südöstlich der Doggerbank rekrutieren müsse.

In hydrographischer Hinsicht ist den beiden Laichplätzen der südlichen Nordsee, die weitaus die bedeutendsten der ganzen Nordsee überhaupt sind, ihre Lage innerhalb des aus dem Kanal kommenden Stromkörpers gemein. Infolge seiner atlantischen Herkunft sind die hydrographischen Verhältnisse innerhalb dieses Wasserkörpers sehr stabil und ausgeglichen, sodaß die für die Fortpflanzung der Scholle optimalen Bedingungen, — Temperaturen von über 5 bis etwa 9° C. und ein Salzgehalt von mehr als 34 ‰, — für längere Zeit, von Dezember ab bis in den März hinein andauern. Und in ganz entsprechender Weise werden auch auf den Laichplätzen vor der schottisch-englischen Ostküste und auf der Großen Fischerbank durch das von Norden her in die Nordsee eindringende ozeanische Wasser ähnliche und gleichfalls stabile Temperatur- und Salzgehalts-Verhältnisse gewährleistet.

Vor der nordfriesisch-jütischen Küste andererseits kommt die ausgleichende Wirkung der atlantischen Strömung nicht mehr recht zur Geltung, sodaß hier während des Winters eine viel stärkere Abkühlung des Wassers eintritt, bis unter 3—4° C., und die optimalen Laichtemperaturen erst im April und dann auch nur für kurze Dauer erreicht werden. Außerdem unterliegt in diesen Gebieten der Salzgehalt unter dem Einfluß der Wasserführung von Weser und Elbe ziemlichen Schwankungen und bleibt immer, oft sehr erheblich unterhalb 34 ‰. So kommt es, daß hier trotz der dichten Schollenbesiedelung kein Laichen stattfindet, sondern die Tiere zur Fortpflanzung nach mehr westlich und südwestlich gelegenen Laichplätzen abwandern, was auch die Markierungsversuche bestätigen: „the plaice marked on the Jutland Coast tended to occupy an area of the North Sea to the west and north-west of the positions of liberation, those marked at the Frisian Coast (gemeint ist hier die west- und ostfriesische Küste) stations an area north and west of the positions of liberation, while those at Heligoland tended to occupy the area between that occupied by the Jutland Coast fish and that occupied by the Frisian Coast specimens. Finally, the plaice marked at

the Haaks mainly occupied the Southern Bight, the Straits of Dover, and the eastern part of the English Channel." (HICKLING 1937, S. 18.)

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß der Trennungszone zwischen den beiden Laichgebieten in der Flämischen Bucht bezw. auf dem Austergrund (siehe Abb. 10) auch in hydrographischer Hinsicht ein „keilförmig in das ozeanische Wasser einschneidender Querriegel“ entspricht, dessen Lage und Richtung „in auffallender Weise mit der 30 m-Schwelle übereinstimmt, die das Gebiet der Hoofden von der mittleren Nordsee trennt“ (KALLE 1937). Eine entsprechende Unterbrechung sehen wir auch zwischen den beiden südlichen Vorkommen von Kabeljaueiern im Februar 1936 (siehe Abb. 4).

### *Pleuronectes limanda*, Kliesche.

Bei der Bestimmung der Kliescheneier ist lediglich für die größten Eier eine Verwechslung mit solchen der Flunder zu befürchten, während der überwiegende Teil immer mit völliger Sicherheit zu erkennen ist. Schwieriger ist die Trennung der Larven von Kliesche, Flunder und Scholle, zumal bei älterem, konserviertem Material, sodaß wir hier mit einer größeren Unsicherheit der Bestimmungen rechnen müssen.

Eier und Larven der Kliesche sind in der ersten Jahreshälfte an allen Stellen der südlichen Nordsee außerordentlich gemein und werden an durchschnittlicher Häufigkeit von keiner anderen Art übertroffen. Das Bild ihrer Verbreitung, das sich uns während der Frühjahrsfahrten bietet, entspricht völlig den schon bekannten Vorstellungen über die Laichverhältnisse der Kliesche. Als typischer Standfisch schreitet sie überall dort, wo sie vorkommt, zur Fortpflanzung. Dementsprechend treffen wir in ihrem Hauptverbreitungsgebiet, auf den bis zur 40 m-Tiefenlinie reichenden Gründen vor der holländisch-deutschen Küste, die größten Eimengen an, bis über 1000 je qm. Nach der offenen See und ebenso nach Norden zu sinkt die Eidichte allmählich herab bis auf schließlich nur mehr 40—70 je qm auf Großer und Kleiner Fischer-Bank und Jütland-Bank. Viel unvermittelter ist dagegen die Abnahme nach der Küste zu. Hier können wir, wenigstens während der Hochzeit des Laichens, auf einer Strecke von 5—10 Sm. mitunter eine Abnahme der Eihäufigkeit von über 300—1000 auf höchstens noch 20—50 beobachten. Wie bei einigen anderen, im zeitigen Frühjahr laichenden Fischen verschiebt sich der Schwerpunkt der Brutverteilung mit der Zeit allmählich von Südwest nach Nordost, in welcher Richtung auch die frühjährliche Erwärmung des Wassers der tieferen Gebiete fortschreitet.

Im Skagerrak treffen wir während Mai 1929 und Juni 1930 nur sehr geringe Brutmengen an, höchstens 2—9 Eier oder Larven je qm, was wohl seine Ursache darin hat, daß die Kliesche weder dort noch auf den Bänken westlich vor dem Skagerrakeingang mehr in größerem Umfange laicht.

Im Mai 1929 hat sich das Laichgeschäft wie bei den anderen Frühjahrslaichern stark verzögert. Vor der holländischen Küste, wo die Larven mit 100—783 je qm, die Eier mit 300—728 je qm teilweise schon an Häufigkeit übertreffen, scheint der Höhepunkt des Laichens eben überschritten zu sein. Dagegen ist in der Deutschen Bucht die Zahl der Larven noch gering und steigt meist nicht über 25, während die der Eier 500—918 beträgt. Hier befindet sich das Laichen also noch vor oder gerade erst in der Hochzeit.

Unter Berücksichtigung auch der älteren, quantitativen Angaben über das Vorkommen von Kliescheneiern (EHRENBAUM 1908, EHRENBAUM u. MIELCK 1910, HEINCKE 1906 und 1908, HENSEN u. APSTEIN 1897, STRODTMANN 1908, TESCH 1906) ergibt sich folgendes Gesamtbild über Ausdehnung und Stärke des Laichens der Kliesche in der südlichen Nordsee:

Höchstwerte der Verbreitungsdichte der Eier je qm während der Laichhochzeit			Laichhochzeit
Große Fischer-Bank 65—70	Kleine Fischer-Bank, Nördliche Schlick-Bank 35—50	Jütland-Bank 40	Mai — Juni
Doggerbank 50—160	Südliche Schlick-Bank 70—245	Horns Riff 200—300 (765)	(März) — April — Mai
Austergrund 200—700	Nordwesten von Helgoland 500—820	Sylt-Außengrund 300—500	(Februar) — März — Mai
Flämische Bucht, Terschellinger Bank 400—1030	Borkum-Riff 700—1300	Helgoland 500—1185	Februar — April — (Mai)

Bezüglich der Temperatur- und Salzgehaltsverhältnisse stellt die Kliesche zur Fortpflanzungszeit sehr geringe Ansprüche, ist also als eine ausgesprochen propagativ eurytherme bzw. euryhaline Form anzusehen. Das erste Auftreten von Eiern im Januar und Februar fällt noch auf Temperaturen von nur 2–3° C an der Oberfläche, wogegen wir am Ende der Laichzeit 16° C und mehr messen. Als optimalen Temperaturbereich, bei dem die höchsten Verbreitungsdichten der Eier, über 600–1300, erreicht werden, können wir 3–7° C. annehmen. Nicht geringer ist die Anpassungsfähigkeit an verschiedene Salzgehalte. Sowohl im salzreichen Kanalwasser mit über 34–35‰ Salzgehalt, als auch in den stark ausgesüßten Teilen der Deutschen Bucht (28–29‰) beobachten wir regelmäßiges Laichen, wenn schon hier die Häufigkeit der Eier gegenüber der in den küstenferneren Gebieten etwas zurückbleibt.

### *Pleuronectes flesus*, Flunder.

Auf die Verwechslungsmöglichkeit der Eier und Larven von Flunder und Kliesche wurde bereits oben hingewiesen. Wegen der geringeren Häufigkeit der Flunderbrut erlangt bei ihr der Anteil der Fehlbestimmungen größere Bedeutung, sodaß den quantitativen Angaben eine gewisse Unsicherheit anhaftet. Das Bild, das wir während unserer Reisen von den Laichverhältnissen der Flunder erhalten, entspricht vollkommen den bisherigen Vorstellungen und steht auch mit den Ergebnissen der Markierungsversuche in Uebereinstimmung.

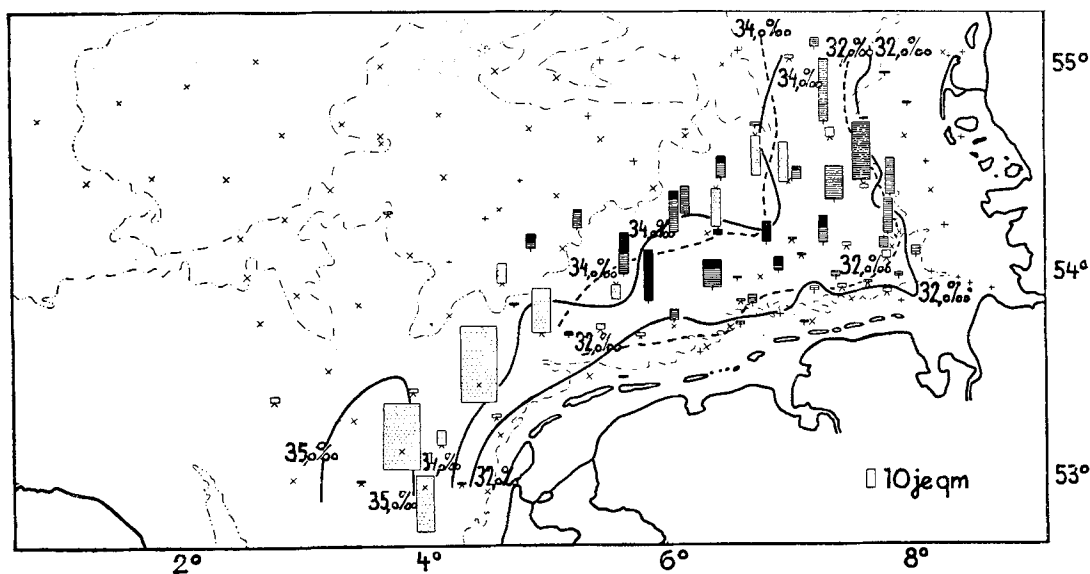


Abbildung 13. Flunder 1.—21. Februar 1936 und 1.—19 März 1937.

Eier Februar 1936	punktiert
Eier März 1937	schraffiert
Larven März 1937	schwarz
— · — · — · —	20 m Tiefenlinie
— · · · — · —	40 m Tiefenlinie
Lage der Stationen	von Februar 1936 durch ein ×, von März 1937 durch ein + bezeichnet.
—————	Isohalinen Februar 1936
- - - - -	Isohalinen März 1937

Im Februar 1936 (Abb. 13) lassen sich zwei voneinander getrennte Laichplätze feststellen. Das Hauptgebiet mit Eidichten bis zu 169 liegt in der warmen, salzreichen Kanalwasser-Zunge westlich Texel bis Terschellinger Bank, ist jedoch mehr der Küste genähert als bei der Schollenbrut der gleichen Fahrt (Abb. 10). Ein zweites, weniger bedeutendes Vorkommen mit höchstens 20–26 Eiern je qm befindet sich nahe der 40 m-Tiefenlinie nordwestlich von Helgoland. Larven fehlen im Februar 1936 noch ganz.

Auch während der Märzfahrten steigt in der Deutschen Bucht die Häufigkeit der Eier nur selten über 35, kann aber maximal 64 erreichen (März 1937, Abb. 13).

Westlich und nördlich Borkum-Riff treffen wir regelmäßig Larven in zuweilen recht erheblichen Mengen, bis 112 je qm an, deren Herkunftsgebiet wahrscheinlich der oben erwähnte Laichplatz vor der holländischen Küste ist. Von April ab kommen noch vereinzelt Larven in der Deutschen Bucht vor, die Eier sind jedoch praktisch ganz aus dem Plankton verschwunden. Abweichend treten im Mai 1929 infolge der Verzögerung des Laichens noch Eier, wenn auch nur in geringer Zahl von höchstens 6 je qm, neben Larven (bis 14 je qm) auf; vor der Flämischen Bucht ist allerdings das Laichgeschäft schon abgeschlossen, so daß wir nur noch wenige Larven, 9 je qm, antreffen.

Das Laichgebiet der Flunder liegt in der südlichen Nordsee zwischen der 20- und 40 m-Tiefenlinie und zeigt große Ähnlichkeiten mit dem der Scholle, doch ist eine deutliche Bevorzugung der flacheren Gebiete nach der 20 m-Linie hin nicht zu verkennen. Die Temperaturen des Oberflächenwassers betragen hier während der Laichzeit meist 4—6° C (selten 2—4° C). Bezüglich des Salzgehaltes wird Wasser mit einem solchen von über 32‰ zwar bevorzugt, doch finden wir in der Deutschen Bucht auch im salzärmeren Wasser noch verstreut Flundereier.

### *Pleuronectes microcephalus.*

Eier der kleinköpfigen Scholle, die sich nur auf älteren Entwicklungsstadien nach der Pigmentierung und Afterlage der Embryonen mit Sicherheit von denen des Kabeljaus und Schellfisches unterscheiden lassen, treten während der April- und Maifahrten verstreut in der Deutschen Bucht auf, besonders aber Juni 1930 auf der Großen und Kleinen Fischerbank, Jütlandbank und im Skagerrak. Ihre Häufigkeit ist gering, höchstens 1—5, meist läßt sich deshalb ihr Vorkommen nur qualitativ in den Horizontalfängen nachweisen. Gelegentlich werden auch Larven erbeutet.

### *Rhombus maximus, Steinbutt.*

Die Eier des Steinbutts stimmen in der Größe mit denen des großen Petermännchens überein, sind aber von ihnen wenigstens auf den älteren Entwicklungsstadien an der feineren, dichten Punktierung der Dorsalseite der Embryonen gut zu unterscheiden (BUCHANAN-WOLLASTON 1911). Da das Petermännchen später zu laichen beginnt, wurden seine Eier auf keiner unserer Fahrten mit Sicherheit beobachtet.

Steinbutteier treten in der Deutschen Bucht frühestens im April (1932, 1936) auf und bleiben meist auch während Mai (1931, 1933) ziemlich selten, höchstens 18 je qm. Ihr Vorkommen ist zunächst ganz auf das sich rascher erwärmende Küstenwasser innerhalb der 30 m-Tiefenlinie und ferner auf das unter Einfluß des Kanalstromes stehende Gebiet vor den westfriesischen Inseln beschränkt.

Im Mai 1929 fehlen sie, wie zu erwarten war, in der Deutschen Bucht und kommen nur, bis höchstens 5 je qm, im westlichen Teil des Austerngrundes und auf Terschellinger Bank vor. Ferner können wir sie wenigstens qualitativ in den Horizontalfängen auch auf Horns Riff nachweisen.

Erst im Juni (1930) werden die Steinbutteier etwas häufiger. Ihr Verbreitungsgebiet reicht jetzt weiter seewärts bis über die 40 m-Linie hinaus, und westlich Jütland treffen wir Eier bis zur Großen Fischerbank und im Skagerrak an. Gelegentlich kommen daneben auch bereits Larven vor, bis 2 je qm. In der Deutschen Bucht kommt es nördlich Borkum-Norderney und eben so auf Horns Riff zu Anhäufungen der Eier, maximal 27 bzw. 24 je qm, in den übrigen Teilen beträgt ihre Verbreitungsdichte jedoch höchstens 12 und auf den Bänken westlich Jütland 2—8, selten bis 18.

Nach dem Auftreten der Eier beginnt der Steinbutt erst bei Bodentemperaturen von über 5,5—8° C zu laichen und in der Zeit, zu welcher wir die meisten Eier beobachten, liegen diese Temperaturen zwischen 9—12° C. Der Salzgehalt zeigt keinerlei Einfluß auf die Verteilung der Eier und beträgt innerhalb ihres Verbreitungsgebietes überall mindestens über 30‰.

### *Rhombus laevis, Glattbutt.*

Die Trennung der Eier von Glattbutt, *Trigla* und Makrele gelingt oft nur unvollkommen, da sich die Variationsbreiten der Ei- und Oelkugel-Durchmesser, die die brauchbarsten Unterscheidungsmerkmale sind, mehr oder weniger stark überdecken. In der

folgenden Tabelle sind die betreffenden Maße sowohl von Eiern, die wir aus dem Plankton erhielten, als auch von solchen von je einem fließenden Weibchen einander gegenübergestellt. Der Bereich der jeweils am häufigsten beobachteten Werte ist dabei durch Fettdruck hervorgehoben:

		Eidurchmesser in mm	Oelkugeldurchmesser in mm	Eidurchmesser/Oelkugel- durchmesser
Eier aus dem Plankton IV.—VI. 1929—1930	Makrele <i>Trigla</i> Glattbutt	1.08—1.11—1.31—1.38	0.27—0.30—0.37	3.0—3.4—4.1—4.5
		1.25—1.35—1.48—1.58	0.27—0.30—0.34—0.37	3.8—4.2—5.0—5.2
		1.21—1.31—1.52—1.65	0.17—0.20—0.29—0.30	4.8—5.3—6.7—7.3
Eier je eines fließenden Weibchens	<i>Trigla</i> Glattbutt	1.38—1.41—1.45	0.31—0.33	4.4—4.8
		1.35—1.48—1.52	0.25—0.27	5.3—5.5—5.7

Glattbutteier treten in der Deutschen Bucht frühestens im April (1932, 1936) auf und sind von da ab auf allen Fahrten während Mai und Juni anzutreffen, wenn auch ihre Häufigkeit immer gering bleibt: im April 1932 u. 1936 und Mai 1929 1—5, im Mai 1931 u. 1933 und Juni 1930 1—10 je qm. Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich über die flacheren Gründe küstenseits der 40 m-Tiefenlinie. Im Mai 1929 sind Eier allerdings nur im Westen, von Texel-Grund bis Borkum vertreten, fehlen dagegen, von einem unbedeutenden Fund auf Horns Riff abgesehen, noch vor der nordfriesischen und dänischen Küste. Abweichend gegenüber dem Steinbutt fehlen im Juni 1930 Glattbutteier ganz auf den Bänken westlich Dänemark sowie im Skagerrak und sind in ihrer Verbreitung völlig auf die Deutsche Bucht beschränkt, wo die Bodentemperaturen etwas höher, zwischen 7.5—13.5° C, liegen als auf den Bänken, wo wir meist nur 6.5—7.5° C messen.

Der Glattbutt scheint demnach während seiner Fortpflanzungszeit etwas höhere Anforderungen an die Temperaturverhältnisse zu stellen als der Steinbutt. Bei den Stationen, auf denen wir Eier antreffen, liegen die Bodentemperaturen meist zwischen 6.5 und 13.5° C, nur ausnahmsweise tiefer (5.3° C).

#### *Solea lutea*, Zwergzunge.

Ihre Eier beobachten wir vereinzelt im April 1936 (1—5 je qm), häufiger aber erst während der Maifahrt 1933 (4—113) nördlich Borkum—Norderney, zwischen der Inselkette und der 20 m-Tiefenlinie, in welchem Gebiet Bodentemperaturen von 9.5—11.0° C herrschen. Weiter seewärts und im Osten der Deutschen Bucht fehlen dagegen Zwergzungen Eier während dieser Fahrt (Bodentemperatur 6.7—10.0° C).

Im Juni 1930 ist anscheinend das Laichen schon wieder im Abklingen begriffen. Die in ihrer Entwicklung zumeist weiter fortgeschrittenen Eier zeigen jetzt eine größere Verbreitung, kommen aber nur sehr vereinzelt und in geringen Mengen, höchstens bis 8 je qm, selten daneben auch Larven, vor der ost- und nordfriesischen Küste, auf Horns Riff sowie vor dem Skagerrak-Eingang vor. Innerhalb ihres Verbreitungsgebietes haben wir Bodentemperaturen von 8—13.5° C, auf den Bänken westlich Dänemark, wo wir keine Zwergzungen Eier finden, nur solche von 5.5—7.5° C, selten bis 10.5° C.

Das Laichgeschäft der Zwergzunge scheint hiernach von ziemlich kurzer Dauer und an relativ hohe Bodentemperaturen von mindestens 8—9° C. gebunden zu sein. Als Laichplatz wird das flache Wasser im Kanaleingang und vor der west- und ostfriesischen Inselkette bevorzugt, wo während der Hochzeit des Laichens, im Mai bis Juni, Eidichten von über 100 bis 294 (EHRENBAUM 1908) erreicht werden.

#### *Trigla gurnardus* und *hirundo*, Grauer und Roter Knurrhahn.

Auf die Schwierigkeit einer zuverlässigen Unterscheidung der *Triglaeier* von denen des Glattbutts und der Makrele wurde bereits oben (Tabelle auf S. 213) hingewiesen.

*Triglaeier* kommen von April bis mindestens Juni immer nur in unbedeutenden Mengen von höchstens 8 je qm in der ganzen südlichen Nordsee und auf der Jütland- und Kleinen Fischer-Bank vor, wo sie mehr das tiefere Wasser jenseits der 20 m-Tiefenlinie bevorzugen, während die sehr ähnlichen Eier des Glattbutts hauptsächlich in größerer Küstennähe gefunden werden. Innerhalb des Verbreitungsgebietes der Eier messen wir

Bodentemperaturen von 6—10° C, und da solche Temperaturen im Mai 1929 und 1931 nur stellenweise oder erst seit kurzer Zeit erreicht werden, sind die Eier noch recht selten und mehr auf die stärker erwärmten, südwestlichen Gebietsteile beschränkt.

#### *Cottus scorpius*, Seeskorpion.

*Cottus*-Larven finden wir in geringer Zahl (maximal 2 je qm) von Februar bis Mai innerhalb der flachen Küstengebiete bis etwa zur 30 m-Tiefenlinie, darüber hinaus kommen sie aber nur mehr vereinzelt vor. Am häufigsten sind sie vor der nordfriesischen Küste, viel seltener vor den west- und ostfriesischen Inseln. So beobachten wir die Larven in den Vertikal- und Horizontalfängen vor den nordfriesischen Inseln durchschnittlich auf 58%, vor den ostfriesischen dagegen nur auf 16% aller zwischen Küste und 30 m-Linie gelegenen Stationen. Dieser Unterschied in der Verbreitung findet seine Erklärung sicher in der verschiedenen Breite des weniger als 20 m tiefen Küstenwasserstreifens.

#### *Cottus bubalis*.

Da diese Art später als die vorige zu laichen beginnt, treffen wir ihre Larven erst April bis Juni neben denen von *scorpius* aber weit seltener und nur an zwei Stellen, bei Borkum und nordwestlich Helgoland, an, im Juni 1930 auch einmal 2 Larven je qm auf der Jütland-Bank.

#### *Agonus cataphractus*, Steinpicker.

Das Verbreitungsgebiet der Steinpickerlarven, die wir im Februar selten, von März bis Mai etwas häufiger, bis zu 3 je qm, erbeuten, liegt größten Teils im Küstenwasser diessseits der 30 m-Tiefenlinie und gleicht darin sehr dem der *Cottus scorpius*- und *Centronotus*-Larven. Wie diese sind die Larven von *Agonus* am häufigsten im Norden von Helgoland. Vor der nordfriesischen Küste beobachten wir sie innerhalb der 30 m-Linie auf durchschnittlich 51%, vor den ostfriesischen Inseln dagegen nur auf 14.5% aller Stationen des betreffenden Gebietes während März bis Mai.

#### *Liparis vulgaris*, Scheibenbauch.

Seine Larven sind während unserer Fahrten von Februar bis Mai über die ganze Deutsche Bucht verbreitet, vor der holländischen Küste dagegen anscheinend seltener (II. 1936, V. 1929). Die Dichte der Larven erreicht im Höchsthalle 3 je qm. Nach See zu werden sie allmählich seltener und fehlen jenseits der 40 m-Tiefenlinie, ebenso sinkt ihre Häufigkeit in unmittelbarer Nähe der Küsten. Mit größter Regelmäßigkeit und am zahlreichsten treffen wir die Larven nördlich Terschelling—Borkum—Norderney an, wo das Hauptlaichgebiet der Art zu liegen scheint.

#### *Ctenolabrus rupestris*, Klippenbarsch.

Einige 0,89 mm große Eier mit homogenem Dotter, die wahrscheinlich zu *Ctenolabrus* gehören, beobachten wir nur einmal, im Juni 1930, etwa 15 Sm. nordwestlich Helgoland in geringer Zahl, 5 je qm.

#### *Caranx trachurus*, Bastardmakrele.

Da die Dottersegmentierung der Eier der Bastardmakrele anscheinend bei längerer Konservierung unkenntlich wird, lassen sich diese nicht mehr mit Sicherheit von Leng- und kleinen Makreleneiern unterscheiden. Mit einiger Wahrscheinlichkeit gehören die 0,94—1,08 mm großen Eier (Oelkugeldurchmesser 0,27—0,30 mm) zu *Caranx*, die wir Juni 1930 verstreut in dem weniger als 40 m tiefen Gebiet westlich der dänischen Küste, von den Sylt-Gründen bis ins Skagerrak in geringer Zahl neben *Caranx*-Larven beobachten, maximal 3 Eier bzw. 6 Larven je qm.

#### *Scomber scomber*, Makrele.

Auf die Möglichkeiten einer Verwechslung der Makreleneier mit denen von *Trigla* und *Caranx* wurde bereits oben hingewiesen. Da jedoch die Makreleneier meist in weit größeren Mengen als die der beiden anderen Arten auftreten, bleibt der Anteil der fraglichen Eier ganz ohne Bedeutung.



Das Laichen der Makrele beginnt, wie EHRENBAUM (1923) in seinem die damaligen Kenntnisse zusammenfassenden Bericht darlegt, in allen Teilen der Nordsee und der angrenzenden Meeresgebiete ungefähr zu gleicher Zeit und dauert von Mitte Mai bis in den Juli. Das Laichgebiet erstreckt sich über die ganze Nordsee bis in das Skagerrak, wo das Laichen seine größte Stärke erlangt. In völliger Übereinstimmung hiermit stehen auch unsere Beobachtungen.

Von den Maifahrten reicht nur die des Jahres 1929 weiter in das Hauptlaichgebiet der Makrele hinein. Vereinzelt, höchstens 1—3 je qm, finden sich in diesem Jahre Makreleneier auf Haaks Grund, Terschellinger Bank und im westlichen Teildes Austerngrundes; etwashäufiger, 6—18 je qm, sind sie dagegen im Eingang des Skagerraks. Erst Juni 1930 (Oberfl. Temperatur 13—16° C) beobachten wir sie in größeren Mengen. Ihr Verbreitungsgebiet liegt, wie die Abb. 14 zeigt, hauptsächlich außerhalb der 40 m-Tiefenlinie, während in den flacheren Gebieten zwischen dieser Linie und der Küste die Makreleneier gänzlich fehlen oder nur geringe Häufigkeit, höchstens 44, erlangen. Im Skagerrak ist die Verbreitung der Brut gegen die Küste hin scharf durch die 40 m-Tiefenlinie begrenzt, dagegen scheint sie weniger an die von Westen kommende Stromzunge gebunden zu sein als bei Sprott, Wittling und Onos (vergl. Abb. 3 und die Tabellen auf Seite 198 und 220). Doch zeigt, wie bei diesen, die auffällige Zunahme der relativen Häufigkeit der älteren Eistadien und Larven auf

den nördlichen Stationen, daß dort das Laichen immer mehr an Stärke abnimmt und daß die Masse der älteren Entwicklungsstadien sich mit dem Nordseewasser von Westen her unter das salzärmere, baltische Wasser untergeschoben hat.

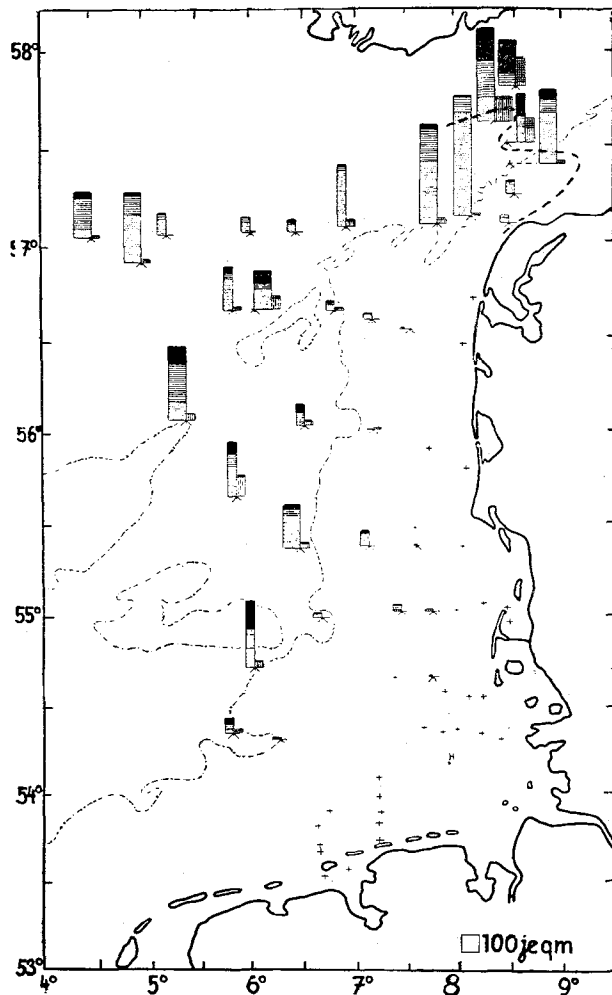


Abbildung 14. Makrele 1.—23. Juni 1930.

Eier wie auf Abbildung 4.  
 Larven senkrecht schraffiert — Larven mit Dotterrest  
 kreuz schraffiert — Larven ohne Dotterrest  
 - · - - - 40 m Tiefenlinie  
 - - - - 31 ‰ Isohaline

### Die Beziehungen der Brutverteilung zum Lebensraum.

Ueberblicken wir die verschiedenen Bilder der Brutverteilung, so zeigt sich, daß innerhalb unseres Untersuchungsgebietes die jüngsten Entwicklungsstadien der meisten Arten in ihrer Verbreitung auf engere Gebietsteile beschränkt sind oder dort zumindest in besonders großer Häufigkeit auftreten. Nur bei wenigen Arten ist die Brut mehr gleichförmig über das ganze Gebiet verteilt (Kliesche, Steinbutt, *Trigla*).

Die räumliche Beschränkung der Brutvorkommen hat zweierlei Ursache: Bei einigen Arten ist bereits das Verbreitungsgebiet der erwachsenen Tiere, das zugleich deren Laichgebiet ist, enger begrenzt; so bei den meisten Küstenfischen mit ausgesprochenem Standfisch-Charakter (*Gobius*, *Centronotus*, *Cottus* u. a.), ferner bei den Tiefenfischen der Norwegischen Rinne (*Argentina silus*, *Maurollicus mülleri*). Andererseits sind verschiedene

Arten, deren jüngste Entwicklungsstadien eine geringere ökologische Valenz besitzen, d. h. für ihre ungestörte Entwicklung spezifische und hinreichende Zeit andauernde Außenbedingungen verlangen, gleichermaßen gezwungen, zum Laichen solche Gebiete aufzusuchen, die diese Ansprüche erfüllen. Bei diesen Arten ist das Laichgebiet (Laichplätze) kleiner als ihr Verbreitungsgebiet und wird zur Laichzeit durch mehr oder weniger ausgesprochene Wanderungen aufgesucht (Hering, Sardelle, Kabeljau, Scholle, Flunder, Makrele u. a.).

### Der Einfluß der Temperatur-Verhältnisse.

Unter den Faktoren, die auf solche Weise Einfluß auf die räumliche wie auch auf die zeitliche Lage des Laichens haben, kommt den Temperatur-Verhältnissen zweifellos die größte Bedeutung zu. Nach der Höhe der optimalen Laich-Temperaturen lassen sich die verschiedenen Arten in 4 Gruppen ordnen, die jeweils in der Lage der Laichzeit, teilweise auch in der Lage ihrer Laichplätze, ferner in ihrer zoogeographischen Stellung gemeinsame Züge aufweisen (siehe die folgende Tabelle<sup>1)</sup>):

optimale Laichtemperaturen (in ° C)	Laich-Hochzeit. In Klammern: Auftreten der Larven bei den Arten mit Bodeneiern (Monate)	optimaler Salzgehalt zur Laichzeit ‰	zoogeographische Stellung der Art nach SVEN EKMAN (1935) und GRIMPE-WAGLER 1929: Tierwelt der Nord- u. Ostsee. Bd. XII.	
<i>Drepanopsetta platessoides</i>	II—III		arktisch-boreal	Gruppe 1
<i>Cottus scorpius</i>	XII—II (II—V)		arktisch-boreal	
<i>Liparis vulgaris</i>	XI—II (II—V)		arktisch-boreal	
<i>Agonus cataphractus</i>	I—IV (II—V)		arktisch-boreal	
<i>Ammodytes marinus</i>	(I—III)		arktisch-boreal	
<i>Gadus morrhua</i> 4—6	II—III	> 32	boreal, (endemisch)	
<i>Gadus aeglefinus</i> 5—6	II—III	> 32	boreal, (endemisch)	
<i>Centronotus gunellus</i>	XI—III (II—V)		boreal, (endemisch)	
<i>Cottus bubalis</i>	I—III (IV—VI)		boreal, (endemisch)	
<i>Ammodytes tobianus</i>	(IV—VI)		arktisch-boreal	
<i>Pleuronectes flesus</i> 4—6	II—III	> 32	mediterran-boreal	
<i>Pleuronectes limanda</i> 3—7	II—IV	28—35	boreal, (endemisch)	
<i>Pleuronectes platessa</i> 5—9	II—III	32—34	boreal, (endemisch)	Gruppe 2
<i>Gadus merlangus</i> 6—9	III—IV	> 32	mediterran-boreal	
<i>Onos cimbrius</i> 6—9	III—V	> 32	atlantisch-boreal	
<i>Clupea sprattus</i> 7—16	IV—VI	26—> 34	mediterran-boreal	Gruppe 3
<i>Onos mustela</i> 7—15	IV—V	29—35	mediterran-boreal	
<i>Gobius minutus</i>	IV—V (V—VI)	28—34	mediterran-boreal	
<i>Callionymus lyra</i> 8.5—11	V—VI	30—34.6	mediterran-boreal	
<i>Rhombus maximus</i> 6—12	IV—VI	30—35	mediterran-boreal	
<i>Rhombus laevis</i> 7.5—13.5	IV—VI	29—34	mediterran-boreal	
<i>Solea vulgaris</i> 8—15	V—VI	29—33.8	mediterran-boreal	
<i>Solea lutea</i> 9.5—11	V—VI	30—34	mediterran-boreal	
<i>Trigla gurnardus, hirundo</i> 6—10	IV—VI	30—> 34	mediterran-boreal	
<i>Engraulis encrasicolus</i> 11—16	V—VIII	29.8—32.6	mediterran-atlantisch	Gruppe 4
<i>Arnoglossus lanterna</i> 12—16	V—VIII	29—33	boreal	
<i>Caranx trachurus</i> 13—16	VI—VII	33	kosmopolitisch	
<i>Scomber scomber</i> 13—16	VI—VII	30—> 35	mediterran-boreal	

Die 1. Gruppe umfaßt arktisch-boreale und boreal-endemische Arten, die zur Laichzeit niedrige Temperaturen bevorzugen und daher bereits im Winter zu laichen beginnen. In der südlichen Nordsee wird das relativ warme Wasser der Kanalströmung gemieden und mehr die Randgebiete dieses Wasserkörpers zum Laichen aufgesucht (siehe die Laichplätze von Kabeljau und Flunder auf Abb. 4 und 13). Vermittelnd zwischen dieser und der folgenden Gruppe steht die ausgesprochen propagativ eurytherme Kliesche, deren Laichen vom Februar bis in den August dauert und bei Temperaturen von 2 bis über 16° C. stattfindet.

1) Da unsere Untersuchungen sich nur auf die Monate Februar—Juni erstrecken, sind die in der Tabelle enthaltenen Angaben über Temperaturhöhe sowie Laichdauer für die Sommerlaicher z. T. unvollständig.

Die Arten der 2. Gruppe beanspruchen etwas höhere Temperaturen und suchen daher im Gegensatz zu den Arten der vorhergehenden gerade das wärmere, atlantische Wasser der Kanalströmung zum Laichen auf (Wittling, Scholle; s. Abb. 7—10).

Die höchsten Temperatur-Anforderungen stellen die Arten der 3. und 4. Gruppe. Sie sind in unserem Gebiet Frühjahrs- bzw. Sommerlaicher und in Anpassung an die schnelleren Veränderungen der Temperatur zu dieser Zeit in höherem Grade propagativ eurytherm als die Formen der ersten beiden Gruppen. Die Lage ihrer Laichplätze ist daher weniger durch die Temperaturverhältnisse bestimmt, immerhin scheint aber die Bevorzugung der flacheren Küstengebiete (Sardelle, Seezunge, Glattbutt) mit auf die hier frühzeitiger einsetzende und rascher fortschreitende Erwärmung zurückzuführen sein.

Auf die Entwicklung der Brut und damit auch auf die Lage der Laichplätze sind jedoch nicht allein die Höhe der Temperatur, sondern ebenso deren Konstanz in Raum und Zeit von Einfluß. Es ist deshalb erforderlich, zur hydrographischen Charakterisierung der Laichplätze außer der Temperaturverteilung auch die thermische Stabilität sowohl hinsichtlich des Raumes, in dem die Brut durch Strömungen hin und her bewegt wird, als auch hinsichtlich der Zeit, die sie zu ihrer Entwicklung braucht, zu berücksichtigen. Versuche einer graphischen Darstellung dieser Verhältnisse sind die Abbildungen 15 und 16.

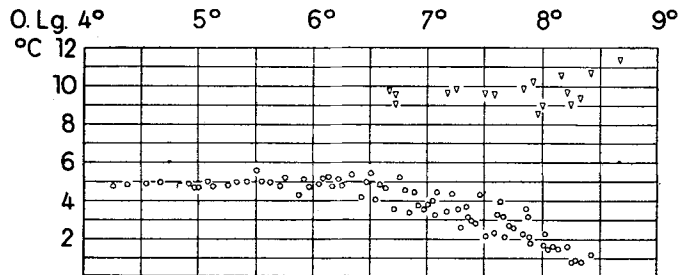
Abb. 15 gibt die örtlichen Stabilitäts-Verhältnisse während des Frühjahres für zwei beliebige, nicht zu breit zu wählende Streifen unseres Untersuchungsgebietes wieder. Auf der Abszisse sind die geographische Länge bzw. Breite aufgetragen, auf der Ordinate die beobachteten Oberflächentemperaturen. So erhalten wir Punktschwärme, deren Streuung ein Ausdruck der thermischen Stabilität ist und deren Ordinaten die Höhe der Temperaturen anzeigen.

Im oberen Teil der Abbildung sehen wir je einen Temperaturlängsschnitt durch den gleichen Beobachtungstreifen aus den Monaten März und Mai. Im März 1937 schwanken die Temperaturen in der westlichen Hälfte des Schnittes nur geringfügig um 5° C. dank der ausgleichenden Wirkung der Kanalströmung, in die dieser Teil des Schnittes fällt. Etwa zwischen 6 und 8° O-Lg. beginnt dann die Temperatur allmählich abzusinken bei gleichzeitiger Zunahme ihrer Schwankungs-Amplitude; wir befinden uns hier in der Mischzone zwischen dem atlantischen Stromkörper einerseits und dem stark abgekühlten Küstenwasser (östlich 8° O-Lg.) andererseits. In gleicher Weise sehen wir auch im Mai 1933 ein Anwachsen der Schwankungs-Amplitude von West nach Ost, nur steigen diesmal die Temperaturen nach der Küste hin an, wo sich das flachere Wasser bereits stärker erwärmt hat.

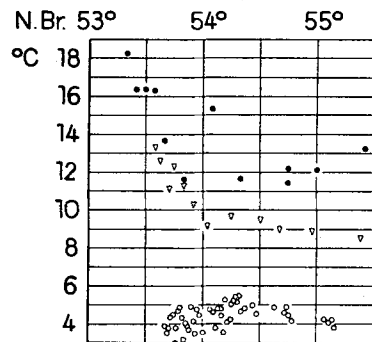
Ein ganz entsprechendes Bild geben die Nord-Süd-Schnitte in der unteren Hälfte der Abbildung: Innerhalb der Küstenzone im Süden während März tiefste, während Mai und Juni höchste Temperaturen bei gleichzeitig großen, örtlichen Schwankungen; im Norden dagegen, im Bereich des „Westlichen Wassers“, wieder mehr ausgeglichene und im März höhere, im Mai bis Juni tiefere Temperaturen. Dieser Teil der Abbildung zeigt besonders anschaulich den sehr starken Temperaturanstieg von März bis Juni innerhalb des Küsten-

### Variation der Oberflächentemperaturen

a. zwischen 54° u. 54° 30' N.Br.



b. zwischen 6° u. 7° Ö. Lg.



auf den Stationen der „Poseidon“-Fahrten:

März 1937 ◦ Mai 1933 ▽ Juni 1930 ◦

Abb. 15. Darstellung der örtlichen, thermischen Stabilitätsverhältnisse in der südlichen Nordsee.

wassers von minimal  $3^{\circ}$  auf maximal  $18^{\circ}$  C, also um  $15^{\circ}$ . Im Bereich des „Westlichen Wassers“ beobachten wir dagegen in der gleichen Zeit nur eine Erwärmung von  $4^{\circ}$  auf  $12-13^{\circ}$  C, also um  $8-9^{\circ}$  C.

Und entsprechend vermittelt Abb. 16 ein Bild der thermischen Stabilitätsverhältnisse hinsichtlich der Zeit. Anstelle der geographischen Position ist hier die Zeit als Abszissenwert eingesetzt. Es wurden für drei verschiedene Beobachtungspunkte Diagramme gezeichnet und zwar jeweils für drei aufeinanderfolgende Jahre. Die Lage der Beobachtungspunkte, die in Abb. 4 als Kreise eingezeichnet sind, wurde einmal so gewählt, daß sie als charakteristisch für bestimmte Wasserkörper oder Gebiete angesehen werden konnten:

- a) „Kanalwasser“ = „Westliches Wasser“
- b) Mischungszone in der Endzunge des „Westlichen Wassers“
- c) „Küstenwasser“ östlich Helgoland.

Außerdem war es aus rein praktischen Gründen erforderlich, solche Beobachtungspunkte zu nehmen, von denen möglichst zahlreiche und lückenlose Temperaturmessungen vorlagen.

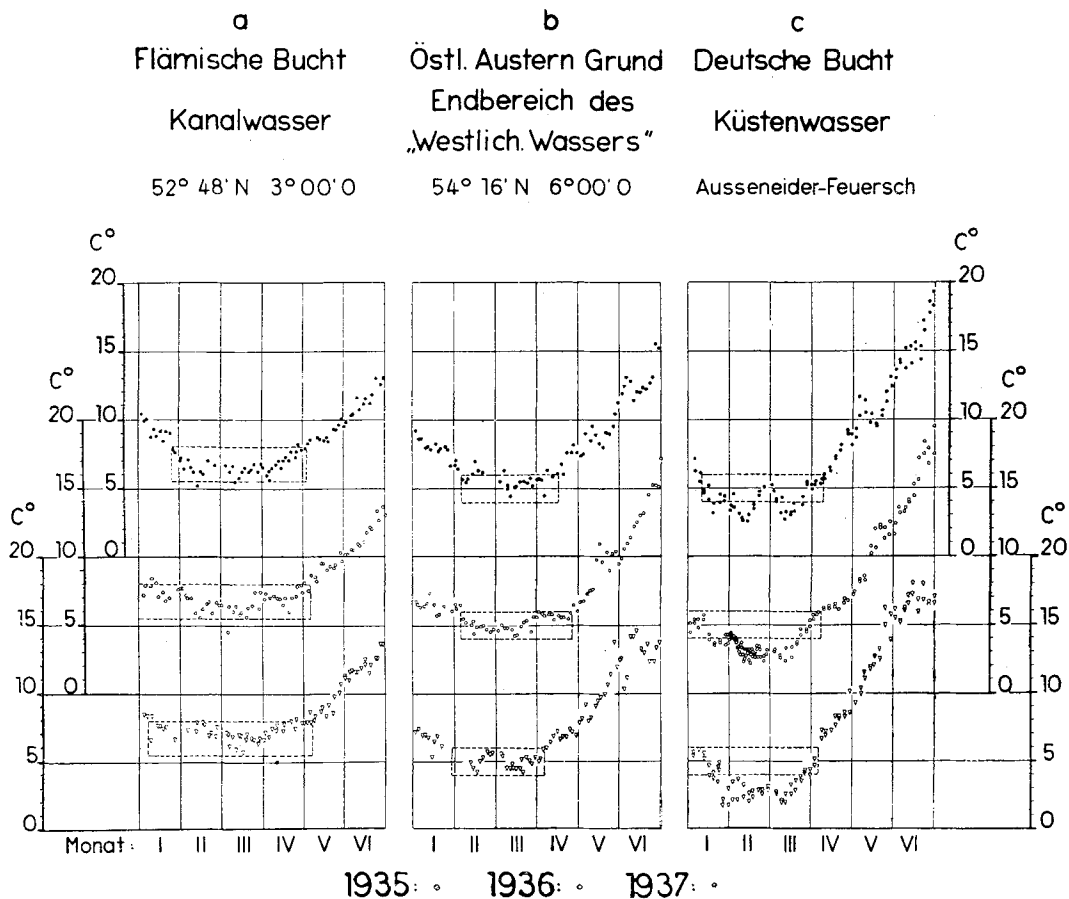


Abb. 16. Darstellung der zeitlichen, thermischen Stabilitätsverhältnisse in drei verschiedenen Gebieten der südlichen Nordsee während der ersten Jahreshälfte 1935, 1936 und 1937.

Die Temperaturwerte wurden für die Stationen a) und b) aus „Conseil International pour l'Exploration de la mer, Bulletin Hydrographique“ (Dampferoute Esbjerg—Harwich) entnommen, diejenigen für Station c) aus „Deutsche Seewarte, Meereskundliche Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee“ (Feuerschiff Außeneider). Die Lage der drei Beobachtungsstationen ist in Abbildung 4 durch Kreise gekennzeichnet.

Sowohl innerhalb der Kanalströmung (a), als auch in der Endzunge dieses Wasserkörpers (b) können wir während des hydrographischen Winters eine ausgeprägte Temperaturkonstanz von längerer Dauer feststellen. Im ersten Gebiet (vergleiche hierzu die Brutverteilung von Wittling und Scholle, Abb. 7—8 und 10) halten Temperaturen von  $5.5-8^{\circ}$  C

(punktierter Bereich) über 3—4 Monate ziemlich unverändert an, in letzterem Gebiet (Laichplatz von Kabeljau und Flunder in der Deutschen Bucht, Abb. 4—5 und 13) solche von 4—6° C etwa 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Monate, also Temperaturen, die als optimal für das Laichen der genannten und anderer Arten anzusehen sind.

Völlig abweichend ist dagegen der zeitliche Temperaturverlauf im Küstenwasser (c). Hier kommt es während des hydrographischen Winters zu keiner so ausgeprägten Konstanz der Temperaturen, zumindest liegen diese noch unterhalb des Bereiches von 4—6° C (in der Abb. punktiert umrandet), in den die optimalen Laichtemperaturen der Arten mit den niedrigsten Temperaturansprüchen fallen. Infolgedessen treffen wir im Küstengebiet erst im Frühjahr pelagische Brut einiger eurythermer Arten an (z. B. Sprott, Abb. 1 und 3). Den im Küstenwasser früher einsetzenden und steileren Temperaturanstieg während der Frühjahrsmonate läßt auch Abb. 16 wieder deutlich erkennen.

Außer Höhe und Stabilität der Temperaturen ist schließlich noch als dritter Faktor, der Einfluß auf die Laichverhältnisse hat, der Wärmehaushalt in den Wohngebieten der verschiedenen Laichbestände zu nennen. Von ihm hängt in weitem Maße die Dauer des Heranreifens der Geschlechtsprodukte und damit der Beginn der Laichzeiten ab. So führt EHRENBAUM (1923) die Erscheinung, daß die Makrele auf den verschiedensten Plätzen immer etwa gleichzeitig zu laichen beginnt, darauf zurück, daß infolge der Gleichförmigkeit der Temperaturverhältnisse in den Winterquartieren der Makrele (atlantischer Sockel der Kontinente) die Reifung der Gonaden bei allen Schwärmen gleichmäßig erfolgt. Demgegenüber müssen solche Arten, deren einzelne Bestände sich während des Heranreifens ihrer Gonaden in Gebieten aufhalten, die hinsichtlich ihres Wärmehaushaltes nicht nur stärker voneinander abweichen, sondern auch in den verschiedenen Jahren größere Schwankungen aufweisen, entsprechende Unterschiede im Beginn und in der Dauer ihrer Laichzeiten zeigen. Sicher ist hierauf die allmähliche Verlagerung des Schwerpunktes der Brutverteilung von Südwest nach Nordost bei Wittling und Kliesche und ebenso die auffällige Verzögerung des Laichbeginns bei den meisten Arten nach dem extrem kalten Winter 1928/29 zurückzuführen.

### Der Einfluß des Salzgehalts.

Der Einfluß des Salzgehalts auf die Verbreitung der Fischbrut ist in der südlichen Nordsee im allgemeinen von geringerer Bedeutung, und in den meisten Fällen sind die zwischen beiden bestehenden Beziehungen letzten Endes wieder auf Temperaturfaktoren zurückzuführen. Es sei hier hingewiesen auf die Gebundenheit der relativ hohen und für längere Dauer konstanten Temperaturen während des Winters an das salzreiche, atlantische Wasser, ferner auf die geringe thermische Stabilität des salzarmen Küstenwassers.

In zwei Fällen scheint jedoch die Brutverteilung mehr unmittelbar von den Salzgehaltsverhältnissen bestimmt gewesen zu sein. Im März 1926 dringt in der Deutschen Bucht das schwachsalzige Küstenwasser außergewöhnlich weit nach Westen vor. Die entlang der westfriesischen Küste noch dicht vor der Inselkette verlaufende 32<sup>0</sup>/<sub>00</sub>-Isohaline biegt in diesem Jahre bereits auf etwa 7° O-Lg. nach Norden um und setzt hier für die Brut der meisten Winterlaicher (Kabeljau, Wittling, *Onos cimbrius*, *Ammodytes marinus*, Scholle) eine Ausbreitungsgrenze nach Osten, die in anderen Jahren gewöhnlich erst östlich von Helgoland herumläuft (vergleiche Abb. 5 und 6, 11 und 12).

Ein weiterer Fall, in dem sich ein Einfluß des Salzgehalts auf die Verteilung der Fischbrut erkennen läßt, liegt aus dem Skagerrak vor. Dort dringt salzreichereres Wasser aus der Nordsee in einer schmalen südlichen Zunge nach Osten vor, in der sich im Mai 1929 und Juni 1930 die Hauptmenge der Eier von Sprott, *Gadus merlangus*, *minutus* und *Onos cimbrius* (siehe Tab. auf Seite 188, 198, 220) zusammengedrängt hat, während gegen das salzärmere Wasser südlich als auch nördlich der Stromzunge die Häufigkeit der Eier rasch absinkt. Das häufigere Vorkommen von Larven derselben Arten nördlich der Stromzunge ist wohl so zu erklären, daß sie sich mit dem salzreichen Nordseewasser, in dem sie ursprünglich als Eier abgesetzt worden waren, in welchem aber jetzt kein Laichen mehr stattfand, unter das salzarme Baltische Wasser untergeschoben haben. Daß auch die besondere Verteilung der Eier, namentlich beim Sprott, auf passiven Transport von dem bedeutenden Laichgebiet westlich Jütland-Bank her zurückzuführen sei, ist angesichts des geringen Alters der im Skagerrak beobachteten Eier sowie ihrer kurzen Entwicklungsdauer nicht anzunehmen. Und eben so wenig sind die Tiefenverhältnisse hierfür verantwortlich zu machen. Ein Vergleich beider Fahrten zeigt entsprechend dem

## Verteilung der Brut einiger Fischarten im Skagerrak.

Station <sup>1)</sup> ... Sm. nördlich Hanstholm	Tiefe 1929/1930 m	M a i 1 9 2 9						J u n i 1 9 3 0									
		Oberflächen- Salzgehalt		Sprot Eier		Onos cimbrius Eier		Makrele Eier		Oberflächen- Salzgehalt		Sprot Eier		Onos cimbrius Eier		Makrele Eier	
		%	je qm	je qm	je qm	je qm	je qm	je qm	je qm	%	je qm	je qm	je qm	je qm	je qm	je qm	je qm
43	377/426	31.47	120	3	21	0	12	0	27.87	0	15	2	8	260	83		
34	154/198	31.89	666	6	9	9	9	9	31.20	2	192	3	8	531	138		
27	95/88	33.39	1938	6	3	0	6	0	30.55	0	90	3	6	138	69		
20	55/54	34.36	1740	0	405	0	18	0	31.53	42	242	21	8	423	8		
10	25/24	33.31	3	0	0	0	0	0	31.46	240	35	3	0	38	0		
5	19/20	32.86	3	0	0	0	0	0	33.22	176	26	2	0	23	0		

1) Die Stationen lagen bei beiden Fahrten annähernd auf gleichen Positionen, die gemessenen Tiefen wichen jedoch etwas voneinander ab, weshalb die Werte für beide Fahrten wiedergegeben sind.

verschiedenen Verlauf der Stromzunge auch in der Ei-  
verbreitung eine verschiedene Lage des Schwerpunktes.

In der Verbreitung der Makrelenbrut im Skagerrak sind die Beziehungen zum Salzgehalt weniger deutlich. Die Eier und Larven werden erst jenseits der 40 m-Tiefenlinie häufiger und kommen bis in das salzärmere Gebiet nördlich der Stromzunge vor, wo sich jedoch ihre Alterszusammensetzung ebenso wie beim Sprott zugunsten der älteren Entwicklungsstadien verschoben hat (vergl. Abb. 2, 3 und 14 sowie nebenstehende Tabelle). Es scheint, daß die ganz auf die Gebiete jenseits der 40 m-Linie beschränkte Verbreitung der Makrelenbrut teilweise auch von den Tiefenverhältnissen bestimmt wird, die, vielleicht durch Druckeinwirkung auf die Gonaden der laichenden Tiere, sicherlich auch Einfluß auf die Lage der Laichplätze mancher Arten gewinnen können.

## Der Einfluß der Strömungen.

Infolge des Fehlens einer stärkeren Eigenbewegung unterliegt die pelagische Fischbrut ebenso wie die anderen Bestandteile des Planktons unmittelbar der rein mechanischen Einwirkung der Strömung, durch die sie von den Laichplätzen fortgeführt und allmählich über größere Gebiete verteilt wird. Besonders tritt dieser Einfluß der Strömung dort hervor, wo die Brut von räumlich eng begrenzten Laichplätzen in Gebiete verdriftet wird, in denen selbst die betreffende Art nicht mehr oder doch nur in unbedeutendem Maße laicht. In diesem Falle können die Eier oder Larven als „Leitformen“ des Stromkörpers im Sinne von GRAN (1902) und KÜNNE (1937) gelten, also Indikatoren für die Zugehörigkeit eines Gebietes zu einem bestimmten Wasserkörper sein. Ein Beispiel hierfür bietet uns die Verbreitung der Larven von *Gadus luscus*, Scholle und Flunder in der südlichen Nordsee, wo diese Larven überwiegend an das aus dem Kanal und der Flämischen Bucht, den Hauptlaichplätzen der genannten Arten, kommende „Westliche Wasser“ gebunden sind.

Außerdem können die Strömungen aber auch durch ihre starke Einwirkung auf die hydrographischen Verhältnisse eines Gebietes mittelbar, auf dem Umwege über die laichreifen Fische, Einfluß auf die Wahl der Laichplätze und damit auf die Verbreitung der Brut gewinnen. Einen solchen Fall sehen wir in der Gebundenheit der Laichplätze von Scholle und Wittling an Gebiete, die unter dem erwärmenden Einfluß der Kanalströmung stehen; ferner in der Beschränkung des Sprottlaichens im Skagerrak auf die salzreiche, südliche Stromzunge. In diesen Fällen zeigt die Brut den durch die Strömung bedingten hydrographischen Zustand eines Gebietes an, ist also nach GRAN und KÜNNE (l. c.) als eine „Charakterform“ anzusprechen.

## Die artenmäßige Zusammensetzung der Fischbrut-Fänge.

Entsprechend der verschiedenen Verbreitung der Fischarten und den Unterschieden in ihren Laichbedürfnissen, ihrer Laichzeit sowie ihrer Eiproduktion ist die Zusammensetzung der Fänge je nach Ort und Zeit großen Schwankungen unterworfen. Die dominierende Form innerhalb unseres Untersuchungsgebietes ist in der Regel die

Die Artenmäßige Zusammensetzung der Fischbrutfänge.

	westlich Sylt-Ansengrund 54° 40'—45' N-Br. 6° 44'—51' O-Lg.						westlich Borkum-Riff 53° 42'—54° 00' N-Br. 5° 12'—48' O-Lg.				nördlich Norderney 53° 45'—47' N-Br. 7° 11'—17' O-Lg.				
	17. Februar 1936	13. März 1937	25. April 1932	19. Mai 1933	9. Juni 1930		2. Februar 1936	4. März 1937	1. Mai 1932	13. Februar 1936	8. März 1937	22. April 1932	20. Mai 1933	3. Juni 1930	
	35 3.9 33.4	38 4.6 34.4	39 6.0 33.7	39 9.1 33.5	41 12.2 34.6		36 6.1 34.9	39 5.0 32.8	38 7.9 33.9	14 3.5 31.5	16 1.8 30.8	10 7.5 30.4	11 11.7 31.2	10 13.0 31.0	
Tiefe m: Oberfl. Temperatur ° C Oberfl. Salzgehalt ‰															
Eier	71	17				15				1					
Kabeljau	18	11				294	2			5					
Scholle	22	2				8	1								
Flunder	27	20	12	5	3	83	150	27				2			
Wittling															
<i>Onos cimbrius</i>		2	3		2			3		2		2		6	
Kliesche	79	216	57	195	20	735	255	80			97	32		2	
Sprott			5		9			45			3	14		65	
<i>Trigla</i>							1	4							
<i>Callionymus</i>			6	15	2			17				43			
Steinbutt				1	12			3				2		2	
Glattbutt				3							1	5			
Zwergzunge															
Seezunge												4			
Sardelle												11			
Markrele					189							3		5	
Summe aller Eier	217	268	83	219	237	1135	409	179	0	8	101	118		80	
Larven															
<i>Ammodytes marinus</i>	99	35	1				2	1							
Kabeljau	1		2				30								
Scholle		11				9	13								
Flunder			4				1	1							
Wittling	4	1	19	13		1	330	13							
<i>Onos cimbrius</i>					3										
Kliesche	9	4	105		3		180	51			6	1			
Sprott				1	2			4			6	1			
<i>Callionymus</i>												3		2	
<i>Gobius minutus</i>															
<i>Ammodytes tobianus</i>											1				
Seezunge															
Makrele					20							4			
Summe aller Larven	113	51	131	14	28	10	556	70	0	0	13	9		2	

Kliesche, der während März bis Mai, vielfach auch schon im Februar, meist über 50 bis 90% aller Fischeier zugehören. Nur vereinzelt herrschen einmal andere Arten, — Sprott, Wittling, Scholle, Kabeljau, — vor und erst gegen Ende der Laichzeit der Kliesche, im Juni, geben Sprott und Makrele der Fischbrut das Gepräge.

Lassen wir die Masse der Klieschenbrut unberücksichtigt, so können wir, wie bei den anderen Organismen-Gruppen des Planktons, auch bei der Fischbrut bestimmten Gebieten eigene Gemeinschaften erkennen. In der umstehenden Uebersicht sind als Beispiele hierfür verschiedene Fänge aus hydrographisch unterschiedlichen Gebieten aufgeführt.

Die linke Spalte zeigt die Verhältnisse in einem Gebiet, das sich am Ende des Winters durch relativ niedrige Temperaturen (4—5° C) bei gleichzeitig hohem Salzgehalt (über 33‰) auszeichnet. Unter der Fischbrut herrschen zu dieser Zeit besonders die Eier bzw. Larven von Kabeljau und *Ammodytes marinus* neben denen von Scholle, Flunder und Wittling vor, die für ihre Entwicklung die geringsten Temperatursprüche stellen. Ganz ähnlich ist auch die Zusammensetzung der Fischbrut in einem zwar in der entgegengesetzten Ecke der Nordsee gelegenen, hydrographisch aber gleichartigen Gebiet, auf Leman-Grund (53° 23' N-Br., 2° 47' O-Lg., Tiefe 31 m. Oberfl.-Temperatur am 5. II. 1936 5.2° C, -Salzgehalt 34.6‰):

Eier: Kabeljau 45, Scholle 24, Flunder 3, Wittling 1, Kliesche 44.  
Larven: *Ammodytes marinus* 15.

In der folgenden Zeit, während April bis Mai, ist dann die Zusammensetzung der Fänge nicht wesentlich anders als in anderen Gebieten (vergleiche mit mittlerer und rechter Spalte) und im Juni herrschen wie auf allen Stationen über größerer Tiefe die Eier und Larven der Makrele vor.

Innerhalb des „Westlichen Wassers“, wo bereits im Februar und März verhältnismäßig hohe Temperaturen (5—6° C) erreicht werden, sind zwar die gleichen Arten vertreten wie in den ebenfalls salzreichen und tieferen Gebieten außerhalb dieses Stromkörpers, doch dominieren hier die wärmebedürftigeren Formen, Scholle und Wittling (mittlere Spalte der Uebersicht).

In der rechten Spalte sind noch einige Beispiele für die Brutzusammensetzung im flachen Küstenwasser gegeben. Die Menge der Brut ist meist bedeutend geringer als in Gebieten größerer Tiefe und gegen Winterende können Eier und Larven infolge der starken Abkühlung noch ganz fehlen. Im Mai und Juni treten jedoch Eier und Larven einiger charakteristischer Küstenlaicher auf, — Zwergzunge, Seezunge, Sardelle, *Ammodytes tobianus*, — die entweder hier ihre größte Verbreitung haben oder wenigstens zur Laichzeit das stark durchwärmte Küstenwasser aufsuchen.

### Die Beziehungen zur Plankton-Verbreitung.

Nur kurz möchte ich auf die Beziehungen zwischen Fischbrut und Plankton hinweisen. Sicher haben viele Planktonten als Nahrung der Fischbrut eine Bedeutung und andere treten als Feinde und Verzehrter der Fischbrut auf. Diese Beziehungen haben weniger einen Einfluß auf die räumliche Verteilung der Eier und Larven als vielmehr auf deren Häufigkeit. Vor allem scheint das Gedeihen der Larven in hohem Maße von dem Auftreten und der Dichte der geeigneten Nahrungsorganismen abzuhängen. Neuerdings wissen wir durch die Arbeit von SCHACH (1939), daß es nur dann gelingt, Heringslarven über die „kritische“ Zeit unmittelbar nach Aufzehrung des Dottersackes hinwegzubringen, wenn sie mit kleinen Planktonkrustaceen, namentlich den Larven von Kopepoden, gefüttert werden. Für viele Fischlarven scheint dies die erste und durchaus notwendige Nahrung zu sein. Das zeigte sich auch bei kleinen früheren Aufzuchtversuchen, die ich mit im Helgoländer Aquarium erhaltenen Larven von *Labrus berggylta* und *Trachinus vipera* anstellen konnte. Auch hier gingen die Larven in den meisten Fällen ein, wenn der Dottersack aufgezehrt war, offenbar aus Mangel an geeigneter Nahrung.

Nur in zwei Versuchen, in denen mir Plankton zur Verfügung stand, in dem kleinste *Nauplius*-Stadien in großer Menge vertreten waren, konnten die Larven einige Tage über das kritische Stadium der Dotterresorption hinaus am Leben erhalten werden. Die Larven schwammen munter umher und machten eifrig Jagd auf ihre Beutetiere, die sichtlich nach Wahl genommen wurden. Etwas größere, sperrige Formen, zum Beispiel kleine Exemplare von *Evadne* und *Podon*, wurden zwar auch öfter angesteuert, nach näherer Betrachtung aber von den Larven verschmäht. Als nach 5 Tagen die Fütterung mit *Nauplius*-Plankton unterblieb, wurden die Larven rasch matt und blieben am Boden liegen, weshalb die Versuche abgebrochen wurden.



Ob die Beziehungen zwischen der Verbreitung der Sprottbrut und dem Kopepoden-armen „ostfriesischen Mischwasser“, das sich zeitweilig trennend zwischen die beiden Laichgebiete des Sprotts in der Flämischen und Deutschen Bucht einschiebt (s. Seite 187—188 sowie Abb. 1 und 2), auf derartige Einflüsse des Plankton zurückzuführen ist, bleibt fraglich. Zu einem besseren Verständnis solcher Beziehungen werden wir erst dann gelangen können, wenn ergänzend zu den bisher auf unseren Fahrten durchgeführten qualitativen Untersuchungen über die Verbreitung einzelner Planktonformen auch quantitative über deren horizontale und vertikale Verteilung treten.

Auf die verschiedenen Beziehungen zwischen Plankton und Fischbrut hat KÜNNE (1938) in einem kurzen Aufsatz hingewiesen und hat diesbezüglich Untersuchungen empfohlen.

### Zusammenfassung.

1. Die vorliegende Arbeit berichtet über die Ergebnisse quantitativer Untersuchungen über die Verteilung der Fischbrut im Spätwinter und Frühjahr während verschiedener Forschungsfahrten, die in den Jahren 1926—1937 nach verschiedenen Teilen der südlichen und mittleren Nordsee unternommen wurden.

2. Für die einzelnen Arten werden Verbreitungsbilder der Brut, wie sie sich auf den verschiedenen Fahrten ergaben, sowie die Beziehungen der Brutverteilung zu den besonderen Außenverhältnissen geschildert. Sämtliche Häufigkeitsangaben für die Eier bzw. Larven beziehen sich auf Wassersäulen unter 1 qm Meeresoberfläche bis zum Grunde.

Von diesen Beobachtungen mögen drei besonders hervorgehoben sein, durch die unsere Vorstellungen über die Laichverhältnisse einiger Arten wesentlich erweitert wurden:

3. Beim Sprott konnte außer den bekannten Laichplätzen in der Flämischen und Deutschen Bucht noch ein ausgedehntes Laichgebiet in der mittleren Nordsee festgestellt werden, das sich vom Skagerrak über Jütland-, Kleine und Große Fischer-Bank bis mindestens 4° O-Lg. nach Westen hin erstreckt und Eihäufigkeiten von über 1000 bis fast 2000 aufweist.

4. Die Ausdehnung des Kabeljau-Laichplatzes in der südöstlichen Nordsee in die Deutsche Bucht hinein zeigt eine deutliche Abhängigkeit von der Ausbreitung des salzreichen „Westlichen und Nördlichen Wassers“; als Verbreitungsgrenze der Kabeljau-Brut nach Südosten zu kann etwa die 32 ‰ Isohaline angesehen werden. Ganz ähnliche Verhältnisse treffen wir auch bei Wittling und Scholle an.

5. Für die Scholle wurde ein von dem bekannten Laichplatz in der Flämischen Bucht getrennter Platz intensiven Laichens (bis fast 300 Eier je qm) im östlichen Teil des Austergrundes festgestellt, von dem wahrscheinlich ein großer Teil der jungen Schollenlarven, die alljährlich während des März in der Deutschen Bucht auftreten, herstammt.

6. Die Verbreitung der Fischbrut ist nur in seltenen Fällen über größere Gebiete mehr oder weniger gleichförmig, meist jedoch infolge besonderer Ansprüche der erwachsenen Tiere oder vor allem der jüngsten Entwicklungsstadien an ihre Umgebung räumlich enger begrenzt.

7. Den stärksten Einfluß lassen hierbei die Temperatur-Verhältnisse erkennen. Absolute Höhe der Wassertemperatur und Stabilität, mit der bestimmte Temperaturen innerhalb eines Gebietes andauern, wirken vorwiegend auf die Lage der Laichplätze bestimmend ein, der Wärmehaushalt dagegen mehr auf den Zeitpunkt der Laichablage (nach dem ungewöhnlich kalten Winter 1928/29 war z. B. bei den meisten Arten ein verspäteter Laichbeginn zu beobachten).

8. Eng mit den Temperatur-Verhältnissen verknüpft und daher weniger hervortretend ist der Einfluß der Salzgehalts-Verteilung. Deutliche Beziehungen ließen sich in zwei Fällen erkennen: In der Deutschen Bucht ist die Ausbreitung der Brut der meisten Winterlaicher (Kabeljau, Wittling, Scholle u. a.) nach der Küste zu vom Vordringen salzreicheren Wassers (über 32 ‰) abhängig und im Skagerrak sehen wir die Eier von Sprott, Wittling und anderen Arten ganz auf eine schmale Zunge salzreichen Nordseewassers beschränkt, das entlang der jütischen Küste in das Skagerrak vorstößt.

9. Der Einfluß der Strömungen auf die Brutverteilung macht sich in zweierlei Weise geltend: Entweder wirken sie unmittelbar durch Verdriftung der Eier und Larven auf deren Verbreitung ein oder sie sind mittelbar durch ihren Einfluß auf die hydrographischen Verhältnisse (Temperatur, Salzgehalt) eines Meeresteiles mitbestimmend für die Lage der Laichplätze.

10. Dem Plankton kommt, wie Versuche künstlicher Aufzucht von pelagischer Fischbrut vermuten lassen, besonders als Jungfisch-Nahrung sicher große Bedeutung für die Entwicklungsmöglichkeit und damit für die Mengenverhältnisse der jungen Entwicklungsstadien zu. Doch lassen sich für unsere Fahrten über derartige Beziehungen im freien Wasser mangels gleichzeitiger, quantitativer Plankton-Untersuchungen noch keinerlei Angaben machen.

### Schrifttum.

- APSTEIN 1909. Bestimmung des Alters pelag. Fischeier. Mitt. Deutsch. Seefischereiver. 1909. S. 364—373.  
 BÄHR 1935. Der kl. Sandaal (*Ammodytes tobianus*) der Ostsee. Ztschr. f. Fischerei 33. S. 125—219.  
 BOEKE, J. 1906. Eier u. Jugendformen von Fischen der südl. Nordsee. Verh. Rijksinst. Onderz. der Zee 1. S. 1—35.  
 BÖHNECKE 1922. Salzgehalt u. Strömungen der Nordsee. Veröff. Inst. Meereskunde, Heft 10, S. 1—34.  
 BORLEY u. THURSBY-PELHAM 1926. Distribution of Food Fishes. Fish. Investig., Series II, 9, S. 1—14.  
 BÜCKMANN, A. 1929. Methodik fischereibiolog. Untersuchungen. ABDERHALDEN, Handbuch biol. Arbeitsmeth., Abt. IX, 6, S. 1—194.

- BUCHANAN-WOLLASTON 1911. Report on the Fish-Egg Cruise of the „Huxley“. Mar. Biol. Ass., Intern. Fish. Investig., Report 3 (Southern Area).
- 1915. Spawning Grounds of the Plaice. Fish. Investig., Ser. II, 2, S. 1—20.
- 1923. The Spawning of Plaice. *ibid.* Ser. II, 5, S. 1—42.
- 1926. Plaice — Egg Production. *ibid.* Ser. II, 9, S. 1—36.
- CUNNINGHAM 1889—90. Studies on the Reproduction of Teleostean Fishes. Journ. Mar. Biol. Ass. 1, S. 10—54.
- DAMAS 1909. Contribution a la Biologie des Gadides. Rapp. Proc.-Verb. 10, S. 1—277.
- DANNEVIG 1897. On the rearing of larval stages of the Plaice. Rep. Fish. Board. Scotl. 15, S. 175—193.
- DUNKER u. MOHR 1935. Die nordeuropäischen *Ammodytes*-Arten des Hamburger Zool. Museums. Zool. Anz. 110, S. 216—220.
- EHRENBAUM, E. 1897. Eier und Larven von Fischen der Deutschen Bucht. Wiss. Meeresunters. Helgoland 2, S. 253—324.
- 1904. Eier u. Larven von Fischen der Deutschen Bucht, Fische mit festsitzenden Eiern. *ibidem* 6, S. 127—200.
- 1908. Eier und Jugendformen der Seezunge und anderer im Frühjahr laichender Fische. *Ibidem* 8, S. 201—269.
- 1905—09. Eier u. Larven von Fischen. Nordisches Plankton. 1, S. 1—414.
- 1910 a. Eier u. Larven der im Winter laichenden Fische. Wiss. Meeresunters. Helgoland 9, S. 143—173.
- 1910 b. Eier u. Larven der Pleuronectiden. Rapp. Proc.-Verb. 12, S. 1—32.
- 1911. Tabellen zur Bestimmung planktonischer Eier der Nordsee. *Ibid.* 13, S. 1—19.
- 1923. The Mackerel. *ibidem* 30, S. 1—39.
- 1936. Seefische Nordeuropas. Handbuch Seefischerei Nordeuropas, 2, S. 1—337.
- EHRENBAUM u. MIELCK 1910. Eier und Larven der im Winter laichenden Fische der Nordsee, Fangtabellen. Wiss. Meeresunters. Helgoland 9, S. 174—176.
- EKMANN, SVEN 1935. Tiergeographie des Meeres. Leipzig 1935, S. 1—542.
- FORD 1919—22. Larval Stages of *Ammodytes*. Journal Mar. Biol. Ass. 12, S. 241—252.
- GOEDECKE 1936. Hydrographie der südl. Nordsee. Arch. Deutsche Seewarte 57, S. 1—29.
- GRAHAM, M. 1934. Report on the North Sea Cod. Fish Invest. II, 13, S. 1—160.
- GRAN, H. H. 1902. Das Plankton des norwegischen Nordmeeres. Rep. Norweg. Fish. Mar. Invest. 2, 5, S. 1—222.
- GRIMPE u. WAGLER 1929. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee, 12, Die Fische der Nord- u. Ostsee, Leipzig 1929.
- HAGMEIER, A. 1939. Die Arbeiten der Biolog. Anstalt auf Helgoland. Ber. Deutsche Wiss. Kom. Meeresf., N. F. 8, S. 65—110.
- HASS 1938. Die Sardellenfischerei in der Unterems. Die Deutsche Fischwirtschaft, Der D. See- u. Küstenfischer 1, S. 54—55.
- HEFFORD 1910—13. Notes on Teleostean Ova and Larvae. Journ. Mar. Biol. Ass. 9, S. 1—58.
- HEINCKE 1906 u. 1908. 3. und 4./5. Jahresbericht. Beteiligung Deutschlands a. d. Intern. Meeresforschung.
- HEINCKE u. EHRENBAUM 1900. Eier u. Larven der Deutschen Bucht. Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Helgoland 3, S. 127—333.
- HENSEN, V. u. C. APSTEIN 1897. Ueber die Eimenge der im Winter laichenden Fische. Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Kiel 2, S. 1—96.
- HICKLING 1937. The English Plaice-Marking Experiments 1929—32. Fish. Investig., Ser. II, 16, S. 1—84.
- HOEK 1912. Les Clupéides et leurs Migrations. Rapp. Proc.-Verb. 14, S. 1—40.
- HÖGLUND 1938. Verteilung der Eier u. Larven des Sprotts im Skagerrak-Kattegatgebiet. Svenska Hydr.-Biol. Komm. Skrifter, N. S. Biol. 2.
- JENSEN, AAGE 1933. Periodic Fluctuations in the size of various stocks of fish and their causes. Medd. Kom. Havunders., Ser. Fiskeri 9, S. 1—70.
- JOHANSEN, A. C. 1926. On the remarkable quantities of Haddock in the Belt Sea during the winter of 1925—26. Journ. du Cons. 1, S. 140—156.
- KALLE 1937. Nährstoffuntersuchungen als hydrograph. Hilfsmittel zur Unterscheidung von Wasserkörpern. Ann. Hydrogr. u. maritim. Meteorologie 1937, S. 1—18.
- KÄNDLER, R. 1937. Laichzeiten der *Ammodytes*-Arten in Nord- und Ostsee. Zool. Anz. 118, S. 1—10.
- KÜNNE, CL. 1937. Leitformen des Großplanktons der südl. Nordsee. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresf. 8, S. 131—164.
- 1938. Die Beziehungen zwischen der planktonischen Fischbrut und den übrigen Planktonen des Meeres: Der Biologe 7, S. 8—9.
- MEEK 1916. The Migrations of Fish. London 1916, S. 1—427.
- MIELCK u. KÜNNE 1935. Fischbrut u. Planktonuntersuchungen. Wiss. Meeresunters. N. F. Abt. Helgoland 19, S. 1—120.
- POULSEN, E. M. 1928. The Haddock in the Belt Sea during the years 1926—28. Rep. Danish Biol. Stat. 34, S. 99—125.
- RAITT 1934. A preliminary account of the Sandeels in Scottish Waters. Cons. perm. intern. expl. mer., Journ. du Conseil 9, S. 365—372.
- REDEKE u. VAN BREEMEN 1909. Verbreitung der Eier u. Larven einiger Nutzfische in der südl. Nordsee. Verh. Onderzoek der Zee 2, S. 1—38.
- REIBISCH 1902. Entwicklung von Fischeiern. Wiss. Meeresunters. Kiel 6, S. 213—231.
- RUSSEL 1935—36. The seasonal Abundance and Distribution of the pelagic Young of Teleostean Fishes. Journ. Mar. Biol. Ass. 20, S. 147—179.
- SANZO 1935. Comit. talass. 2. Monogr. (zitiert nach EHRENBAUM 1936).
- SCHACH, H. 1939. Die künstliche Aufzucht von *Clupea harengus* L. Helgol. Wiss. Meeresunters. 1, S. 359—372.
- SCHEURING 1929. Wanderungen der Fische. Ergebn. Biologie 5, S. 406—691.
- SCHMIDT, JOHS. 1909. The Distribution of the pelagic Fry and the Spawning Regions of the Gadoids. Rapp. Proc.-Verb. 10, S. 1—229.
- SCHMIDT, U. 1938. Schollenbevölkerung der Deutschen Bucht. Der Fischmarkt 6, S. 100—115.

- SCHNAKENBECK 1929. Fische der Nord- und Ostsee in: GRIMPE u. WAGLER, Tierwelt der Nord- u. Ostsee. 12.
- STRODTMANN 1908. Eier u. Larven der im Winter laichenden Fische. Wiss. Meeresunters. Helgoland. 8, S. 177—189.
- SUND, O. 1911. Undersøkelser over brislingen. Aarsber. vedk. Norges Fiskeries for 1910, S. 357—473.
- TESCH 1909. Eier u. Larven im Frühjahr laichender Fische der südl. Nordsee. Verh. Onderzoek der Zee 2, S. 1—44.
- THOMPSON, H. 1930. Fluctuations in the North Sea Haddock Stock. Rapp. Proc.-Verb. 65, S. 35—44.
- WULFF 1935. Hydrographie u. Oberflächenplankton. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresf. 7, S. 343—350.
- ZORELL 1935. Hydrographie der Deutschen Bucht. Archiv Deutsche Seewarte 54, S. 1—69.