

# Copyright ©

---

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Aus dem Institut für Meereskunde an der Universität Kiel

Fruchtbarkeitsbestimmungen an Kabeljau, Schellfisch und Hering  
in isländischen Gewässern

von

GUNNAR JOAKIMSSON

**Zusammenfassung:** An 42 weiblichen Kabeljau mit den Längen 58 – 94 cm, 54 Schellfischen aus zwei Populationen mit den Längen von 39,0 – 53,8 und 53 – 69 cm und 30 Heringen von 29,8 – 39,0 cm Länge wurden Eizählungen durchgeführt. Die Eizahlen sind zu Länge und Gewicht, und zum Teil zum Alter, in Beziehung gesetzt und die Ergebnisse in Diagrammen und Regressionsgleichungen dargestellt. Beim Kabeljau wurden Eizahlen von 0,5 – 5,4 Mill., beim Schellfisch 0,18 – 0,65 und 0,45 – 1,64 Mill. und beim Hering 29000 – 184000 ermittelt. Bei gleicher Länge und gleichem Gewicht kann die Eizahl um das zwei- bis dreifache variieren. Die Eiproduktion setzt beim isländischen Kabeljau frühestens im Alter von 4 Jahren bei 50 cm ein und erhöht sich um 84400 Eier/cm. Bei den beiden Schellfischpopulationen setzt die Eiproduktion frühestens mit 4 Jahren bei 30 bzw. 36 cm Länge ein und erhöht sich um 20800 bzw. 41600 Eier/cm. Der Hering ergab ab 26 cm Länge eine Zunahme von 9290 Eiern/cm.

**Fecundities of cod, haddock and herring in icelandic waters (Summary):** Eggs were counted in 42 female cod, 58 – 94 cm in length, 54 haddocks of two different populations, 39,0 – 53,8 and 53 – 69 cm in length, and 30 herrings, 29,8 – 39,0 cm in length. The egg numbers were correlated to length and weight, and partially to age of fish. The results are presented in graphs and regression equations. For the cod, egg numbers of 0,5 – 5,4 Mill. were obtained, for haddock 0,18 – 0,65 and 0,45 – 1,64 Mill. and for herring 29000 – 184000. The fecundity varies by a factor 2 – 3 for the same length and weight. The egg production of the cod starts with an age of 4 years and at a length of 50 cm, it increases about 84400 eggs/cm. In the haddock egg production starts at 30 and 36 cm representively, and with an age of 4 years, it increases to 20800 and 41600 eggs/cm. The eggproduction of the herring, starts at a length of 26 cm, it increases about 9290 eggs/cm.

### Einleitung

In einer Reihe von Arbeiten haben Kändler und seine Schüler Untersuchungen über die Fruchtbarkeit verschiedener Nutzfische angestellt. Ursprünglich beschränkte man sich auf einen innerartlichen Vergleich von Fischen der Nord- und Ostsee, dehnte dann diese Vergleiche auf andere Seegebiete aus und studierte die optimale formelmäßige Beschreibung der Beziehung von Fruchtbarkeit zu Alter, Länge und Gewicht der Fische. Professor Kändler regte den Verfasser zu einer entsprechenden Untersuchung der Fruchtbarkeit wirtschaftlich wichtiger Nutzfische der isländischen Gewässer an. Leider konnte diese Arbeit nicht in dem vorgesehenen Rahmen zu Ende geführt werden. Für drei Fischarten liegen jedoch Fruchtbarkeitswerte vor, die zu Länge, Gewicht und teilweise zum Alter in Beziehung gesetzt werden konnten. Da Fruchtbarkeitsuntersuchungen an isländischen Fischen bisher fast gänzlich fehlen, schien eine Mitteilung der Werte angezeigt, auch wenn das Material für weitgehende Schlußfolgerungen nicht ausreicht. Die Veröffentlichung dieser Werte erfolgt lediglich in der Hoffnung, daß sie in späteren Arbeiten dieser Art vergleichend Verwendung finden könnten.

Ich danke dem Direktor der „Hafrannsóknarstofnunin“ in Reykjavík, Herrn J. Jónsson, und seinen Mitarbeitern für die Hilfe bei der Beschaffung des Fischmaterials und die Bereitstellung von Laborraum. Herrn Prof. Kändler bin ich für die Anregung zu diesem Thema und die von ihm gegebenen Untersuchungsmöglichkeiten zu größtem Dank verpflichtet. Ferner bin ich Herrn Prof. Hempel und Herrn Dr. Hohendorf für die Durchsicht des Manuskripts sehr dankbar.

## Die Materialsammlung

Die Fische für diese Untersuchungen stammen aus den Jahren 1960 – 1962. Die Kabeljau wurden im Februar 1960 im Gebiet südlich von Reykjanes von dem Küstenwachboot „Maria Julia“ gefangen. 42 Weibchen wurden an Bord gewogen und die Längen gemessen. Die Längenmessung erfolgte auf den mittleren Zentimeter („nearest centimeter“) durch die Messung des Abstandes von der Spitze des Unterkiefers bis zum längsten Schwanzflossenstrahl. Weiterhin wurden die Otolithen entnommen und die Ovarien konserviert.

Gleichzeitig wurden 16 weibliche Schellfische gefangen, die auf die gleiche Art behandelt wurden. Ende Februar 1962 sind im gleichen Gebiet 38 weibliche Schellfische gefangen worden, die an Land, im Fischereiwissenschaftlichen Institut (Fiskideild) in Reykjavik, ausgewertet wurden. Diese Fische sind auf den Millimeter genau gemessen. Die Heringe (30 Stück) wurden am 3. März 1961 bei Vestmannaeyjar gefangen. Die Längenmessungen erfolgten ebenfalls auf Millimeter genau. Die Heringe wurden ebenfalls in Fiskideild ausgewertet.

### Behandlung des Materials und Berechnungsmethoden

Die Ovarien wurden in 4 % Formaldehyd konserviert. Für die weitere Untersuchung wurde nach BOTROS (1962) verfahren: die äußeren Häute der konservierten Gonaden wurden entfernt und die Ovarlappen in einer flachen Glasschale mit etwas Wasser zerpfückt. Besondere Sorgfalt wurde angewandt, um die Eier einzeln von dem Ovargewebe zu lösen. Ovarien, in denen schon einige Eier durchsichtig geworden waren, wurden nicht zur Zählung benutzt, da es in diesem Falle keine Gewähr gab, daß das Laichen nicht bereits eingesetzt hatte.

Nachdem die Eier vom Ovariengewebe abgelöst worden waren, wurde das Wasser entfernt, indem die Eimasse über Nacht in einen mit Papierfilter ausgelegten Trichter gegeben wurde. Die Gesamtmasse der feuchten Eier wurde dann auf 1 mg gewogen. Nach sorgfältigem Mischen der Eimasse wurden je Fisch 8 Proben von 50 – 200 mg, je nach Fischart und Eigröße, genommen, ihr Gewicht genau festgestellt und die Eier unter einem Binokular ausgezählt. Von jeder Probe wurde dann die Anzahl Eier auf 1 g Eimasse umgerechnet und für jeden Fisch der Mittelwert aus allen Proben gebildet. Um die Genauigkeit des Zählprozesses zu untersuchen, wurde dann die Standardabweichung nach der Formel

$$S_D = \pm \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$$

berechnet.

Die Standardabweichung lag im allgemeinen beim Kabeljau um 4,18 %, beim Schellfisch um 5,43 % und beim Hering um 2,44 %.

Diese Zahlen zeigen, daß das Ergebnis der einzelnen Zählungen in mäßigen Grenzen variiert. Beim Hering ist die Standardabweichung im allgemeinen sehr gering, so daß man annehmen kann, daß die tatsächliche Eizahl sehr nahe dem Mittel liegt. Beim Kabeljau und besonders beim Schellfisch weichen die Einzelwerte etwas mehr voneinander ab, aber auch hier zeigt sich die Methode als gut brauchbar.

Nach der Berechnung der Eizahl jedes Exemplares kann das Beobachtungsmaterial statistisch behandelt werden. Um einen Überblick über das Material zu gewinnen, wurden

die Mittelwerte für Eizahl (F), Länge (L) und das Gewicht (G) aller untersuchten Fische der betreffenden Art ausgerechnet.

Von den einzelnen Beobachtungswerten kann man die Quotienten F/L und F/G berechnen. Aus der Konstanz oder Inkonzanz dieser Relationen kann man sich dann ein Urteil über die Art der Abhängigkeit der Eizahl von Länge und Gewicht bilden.

Für diese Art der Beziehung stehen verschiedene mathematische Ausdrucksmöglichkeiten zur Verfügung. Die einfachste wäre eine lineare Beziehung nach den Gleichungen:

$$y = b \cdot x \quad \text{oder} \quad y = a + b \cdot x \quad (1) \text{ und } (2)$$

Das Verhältnis der Eizahl zur Länge könnte aber auch potentiell verlaufen. In diesem Falle käme die Gleichung

$$y = b \cdot x^c \quad (3)$$

in Frage. Ein Spezialfall dieser allgemeinen Beziehung wird durch die Beziehung der Eizahl zur 3. Potenz der Länge beschrieben. Ihr entsprechen die Gleichungen

$$y = a + b \cdot x^3 \quad (4)$$

und im Falle  $a = 0$ ,

$$y = b \cdot x^3 \quad (5)$$

Von diesen 5 Gleichungen war diejenige auszuwählen, die der bestmögliche mathematische Ausdruck der Beziehungen zwischen Eizahl einerseits und Länge und Gewicht andererseits ist. Um dieses zu testen, ist nach KÄNDLER und DUTT (1958) die Berechnung der prozentualen mittleren quadratischen Abweichung angewandt worden.

Schließlich wird versucht zu klären, in welchem Maße die Beziehung zwischen Eizahl und Länge bzw. Gewicht vom Alter abhängig ist.

## E r g e b n i s s e

Es ist versucht worden, mit Hilfe der Gleichungen (1) – (5) die verschiedenen Ausdrucksarten der Beziehung zwischen Fruchtbarkeit und Länge bzw. Gewicht zu klären. Die starke Streuung zwischen den einzelnen Fischen einer Art (siehe Abbildungen) bewirkt eine sehr hohe prozentuale quadratische Abweichung, bei Kabeljau und Hering bis 37 %. Bei den Abweichungen zwischen den einzelnen Gleichungen ergaben sich aber bezüglich der Standardabweichungen nur sehr geringe Unterschiede. Die Potenzgleichungen liefern demnach in unserem Falle keine bessere Anpassung der theoretischen an die empirischen Werte. Das hier betrachtete Größenintervall reicht bei der vorliegenden hohen Streuung der Einzelwerte nicht aus, um einen Vorteil der Potenzfunktion der Fruchtbarkeits-/Längenrelation deutlich werden zu lassen. Deshalb werden hier die einfachen Gleichungen  $F=b \cdot G$  und  $F=a+b \cdot L$  verwendet. Dieses hat nicht nur den Vorteil einer einfacheren Berechnung, sondern auch einer klareren und übersichtlicheren Ausdrucksweise.

### 1. K a b e l j a u

Die 42 Kabeljauexemplare maßen 58 – 94 cm. Die mittlere Länge betrug 78,0 cm und das mittlere Gewicht 4540 g. Eizahlen von 490 000 bis 5 440 000 wurden festgestellt und die mittlere Eizahl auf 2 332 000 errechnet.

T a b e l l e 1 : Kabeljau; Beziehung zwischen Eizahl und Länge bzw. Gewicht

L cm	G g	Alter	F · 1000	F/L	F/G	F = a + b · L	F = b · G
58	1800	5	491	8465	272,8	668	934
59	1900	5	1067	18085	561,6	752	986
62	2240	4	1607	26344	717,4	1005	1162
63	2300	5	1240	19683	539,1	1090	1193
67	2780	5	1740	25582	616,5	1427	1442
70	2790	5	1666	23800	597,1	1680	1447
71	3420	4	2609	36746	762,9	1765	1774
72	3450	8	1405	19514	407,2	1849	1790
73	3550	8	1408	19288	396,6	1934	1841
74	3750	5	1625	21959	433,3	2018	1945
74	3700	5	1253	16932	338,6	2018	1919
74	3760	7	1772	23946	471,3	2018	1950
74	3730	9	1502	20297	402,7	2018	1935
75	3900	6	1187	15827	304,4	2102	2023
75	3870	11	1105	14733	285,5	2102	2007
76	4100	7	2330	30685	568,3	2187	2127
76	4050	6	2075	27303	512,3	2187	2101
77	3940	5	2820	36623	715,7	2271	2044
77	4200	5	2828	36727	673,3	2271	2179
77	4100	7	1649	21416	402,2	2271	2127
78	4480	5	3920	50256	875,0	2356	2324
78	4535	5	4080	52308	899,7	2356	2352
78	4400	5	2314	29667	525,9	2356	2282
78	4350	6	1406	18026	323,2	2356	2256
79	4500	7	1692	21418	376,0	2440	2334
80	5260	5	4110	51375	781,4	2524	2728
82	5050	7	1940	23659	384,2	2693	2619
83	5275	6	3030	36506	574,4	2778	2736
83	5250	8	2338	28169	445,3	2778	2723
83	5150	7	2476	29831	480,8	2778	2671
84	5350	9	2669	31774	498,9	2862	2775
85	5700	6	2888	33976	506,7	2946	2957
85	5650	9	2370	27882	419,5	2946	2931
86	5800	10	2326	27047	410,0	3031	3008
86	6000	12	4829	56151	804,8	3031	3112
86	5850	10	2444	28419	417,8	3031	3034
87	6200	6	4349	49989	701,4	3115	3216
87	6050	7	2219	25506	366,8	3115	3138
88	6300	8	3423	38818	543,3	3200	3268
91	7000	10	3170	34835	452,9	3453	3631
92	7260	11	2128	23130	295,6	3537	3735
94	8000	9	5440	57872	680,8	3706	4150

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Beobachtungswerte des Kabeljaumaterials und über die Beziehung der Eizahl zum Gewicht und zur Länge. Folgende Gleichungen wurden ermittelt:

$$F = 518,7 \cdot G$$

und

$$F = 84\,400 \cdot L - 4\,227\,700$$

$$= 84\,400 (L - 50,1),$$

die in den Abbildungen 1 und 2 aufgeführt sind.

T a b e l l e 2 : Das Verhältnis zwischen Eizahl und Länge der verschiedenen Altersklassen

Altersklasse	Anzahl Fische	mittl. L cm	Eizahl · 1000
4	2	66,5	2108
5	13	71,8	1913
6	6	80,7	2489
7	7	79,7	2011
8	4	79,0	2144
9	4	84,2	2995
10	3	87,7	2347
11	2	83,5	1617
12	1	86,0	4829
Gesamt	42	78,0	2355

Die an Hand der Otolithen durchgeführten Altersbestimmungen ergaben die Altersverteilung von 4 – 12 Jahren. In der Tabelle 2 ist das Verhältnis zwischen Länge und Fruchtbarkeit bei verschiedenen Altersgruppen aufgeführt. Demnach tritt die Geschlechtsreife bei den isländischen Tieren frühestens im Alter von 4 – 5 Jahren ein. Wie auch in dem Material von BOTROS (1962) ist eine Zunahme der Eizahl mit höherem Alter in der Tabelle nicht zu sehen. Leider ist das Material nicht so reichlich, daß die Beziehungsgleichungen für jede Altersgruppe für sich berechnet werden können. Lediglich die Altersklasse 5 ist mit 13 Tieren besser besetzt. Folgende Gleichungen wurden für Altersgruppe 5 berechnet:

$$F = 635,5 \cdot G$$

und

$$F = 130\,200 \cdot L - 7\,101\,000$$

$$= 130\,200 (L - 54,5),$$

Diese Berechnungen zeigen, daß die Fruchtbarkeit der 5-jährigen Fische bedeutend mehr mit wachsender Länge und Gewicht zunimmt, als die des Gesamtmaterials (635,5 Eier/g statt 518,7 und 130 200 Eier/cm statt 84 400 beim Gesamtmaterial). Das führt zu dem Schluß, daß die Fruchtbarkeit je Längen- oder Gewichtseinheit beim isländischen Kabeljau mit zunehmendem Alter geringer wird.

## Diskussion:

HARMER (1768) veröffentlichte die erste Eizählung am Kabeljau. Er fand in einem Rogen von 813 g 3 686 760 Eier. EARLL (1880) hat dann Eizählungen an fünf Kabeljau durchgeführt. Die Eizahl schwankte von 268 000 bis 361 000 Eiern/kg Körpergewicht. Diese Zahlen sind erheblich geringer als unser Mittelwert von 518 700 Eiern/kg. Die Eizählungen, die FULTON (1890) an drei Dorschen von „May Island“ gemacht hat, liegen etwas näher. Er hat Eizahlen von 378 000, 406 000 und 679 000 pro kg Fischgewicht gefunden. FULTON erwähnt, daß das erstgenannte Exemplar bereits mit dem Ablaichen begonnen hat, was die niedrige Eizahl dieses Fisches erklärt. Dieses könnte auch eine Erklärung für EARLLS niedrige Eizahlen sein (BOTROS 1962).

Die einzigen umfangreichen, systematischen Untersuchungen über die Fruchtbarkeit des Kabeljau verdanken wir BOTROS (1962). Die von ihm mitgeteilten Eizahlen sind viel höher als die bisher genannten. Er stellte bei dem norwegischen 780 000 und bei dem Ostseekabeljau im Mittel 700 000 Eier/kg Fischgewicht fest. Die von BOTROS festgestellten Eizahlen liegen durchweg höher als die von uns für den isländischen Kabeljau ermittelten Werte.

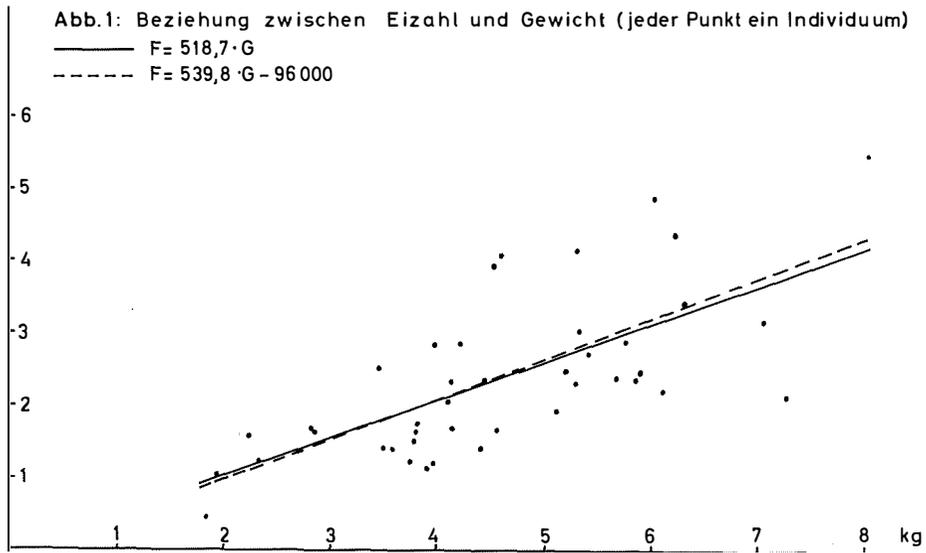
Die Zunahme der Fruchtbarkeit mit dem Wachstum von Länge und Gewicht, die von dem Regressionskoeffizienten (b) der linearen Gleichungen abgeleitet wird, ist auch für die isländische Population viel geringer als für die norwegische und die Ostseepopulation (Abb. 4, Tab. 3).

T a b e l l e 3 : Vergleich der Fruchtbarkeit des isländischen Kabeljau zu der der Westlichen Ostsee und der Norwegischen See

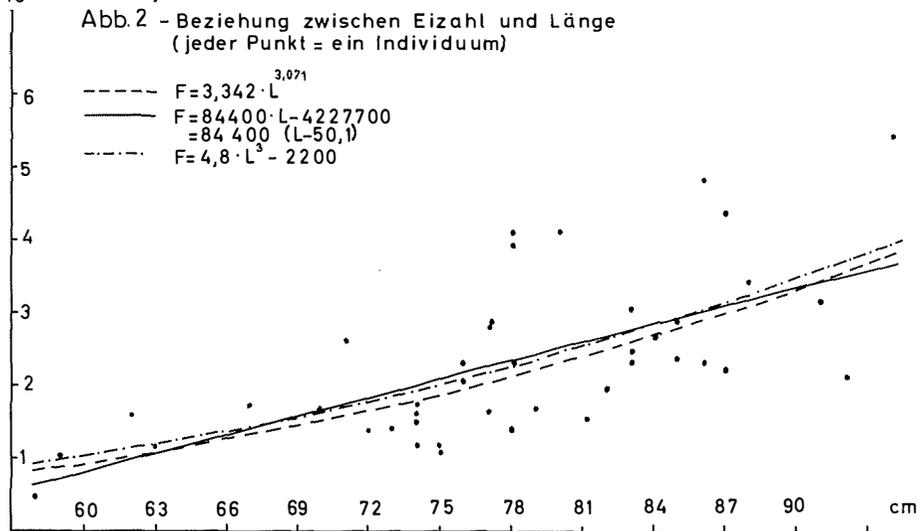
Zunahme der Eizahl für:	1 cm	10g
isländische Gewässer	84 400	5390
Westliche Ostsee	100 800	8600
Norwegische See	139 400	7900

Aus der Gleichung (2) kann auch die theoretische Mindestlänge beim Eintritt der Geschlechtsreife abgelesen werden. Diese ist beim isländischen Kabeljau mit 50,1 cm sehr ähnlich den Werten für die Norwegische See (50,4). In beiden Populationen haben die jüngsten Erstlaicher das gleiche Alter von 4 – 5 Jahren. Eine der Ursachen für die höhere Fruchtbarkeit des norwegischen Kabeljau gegenüber dem Ostseedorsch sieht BOTROS (1962) in der besseren Kondition der norwegischen Fische infolge des späteren Eintretens der Geschlechtsreife. Der späte Eintritt der Geschlechtsreife scheint aber beim isländischen Kabeljau nicht auszureichen um eine hohe Fruchtbarkeit zu bewirken. SIMPSON (1951) vermutet in seiner Arbeit über die Fruchtbarkeit der Scholle (*Pleuronectes platessa* (L)), daß besonders zwei Faktoren auf die Fruchtbarkeit des einzelnen Fisches wirken: Die Kondition des Fisches einerseits, bei der Anlage des Germinalepithels während des ersten Lebensjahres, andererseits zum Zeitpunkt, wenn die primären Oocyten, die jährlich ausgebildet werden sollen, sich von der Masse der übrigen Keimzellen trennen. Er nimmt an, daß der erstgenannte Faktor die Fruchtbarkeit des Fisches zeitlebens beeinflusst. Der letztere Faktor hingegen wird nur auf die Eizahl des Fisches in der betreffenden Laichperiode einwirken. Der niedrige Längengewichtskoeffizient im isländischen Kabeljaumaterial (0,94) deutet auf schlechte Ernährungsbedingungen hin, die die Fruchtbarkeit ungünstig beeinflusst haben mögen.

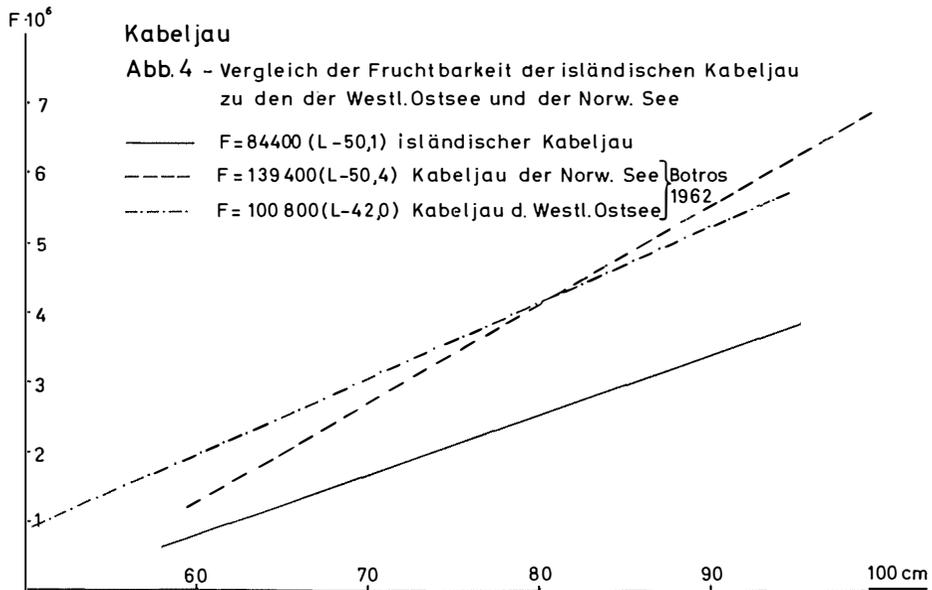
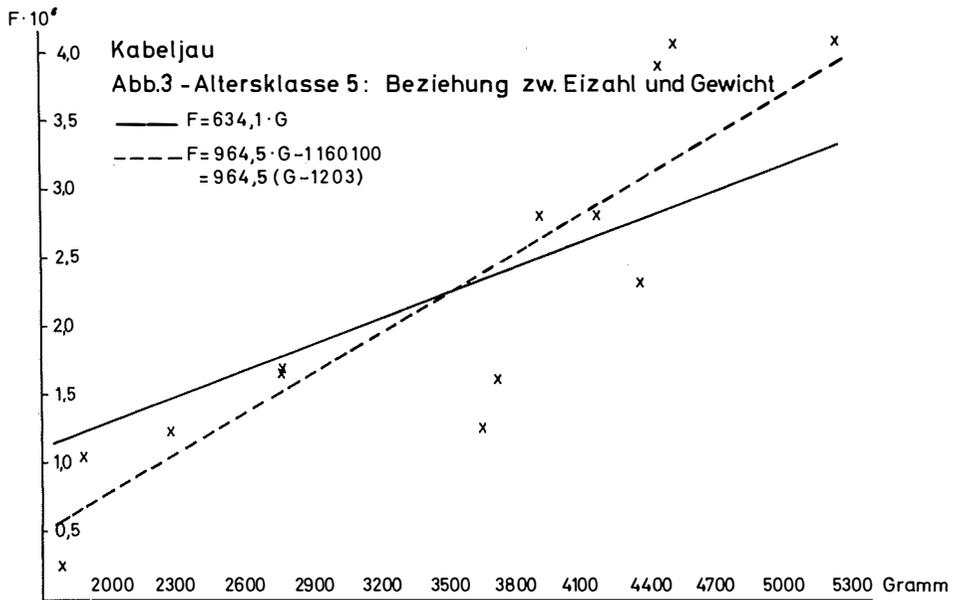
F · 10<sup>6</sup> Kabeljau



F · 10<sup>6</sup> Kabeljau



Tafel 1 (zu Joakimsson)



Tafel 2 (zu Joakimsson)

Um den Einfluß des Ernährungszustandes der Fische auf die Fruchtbarkeit in den letzten Monaten vor dem Ablaichen zu untersuchen, wäre es wünschenswert, die Fruchtbarkeit einer Fischart aus einem kleineren Fanggebiet einige Jahre zu beobachten. Gleichzeitig könnte der Längengewichtskoeffizient vor und während des Eintritts der Geschlechtsreife berücksichtigt werden. Um das Verhältnis zwischen Fruchtbarkeit und Alter genauer zu erforschen, könnte dann gleichzeitig die Fruchtbarkeit eines Jahrganges über möglichst viele Jahre verfolgt werden.

Das Fehlen einer Beziehung zwischen Alter und Fruchtbarkeit in unserem Material dürfte bedingt sein durch den geringen Probenumfang, bei dem sich die hohe Streuung in der Längenzusammensetzung auswirkt. Es ist auch offen, ob es sich bei der untersuchten Altersgruppe ausschließlich um Erstlaicher handelt.

Schließlich bleibt die Möglichkeit, daß die Unterschiede in der Fruchtbarkeit der einzelnen Kabeljaupopulationen genetisch bedingt sind. Für einige Fischarten liegen entsprechende Ergebnisse vor, z.B. für die Scholle und den Atlantischen Hering (HEMPEL und BLAXTER 1966). Unsere gegenwärtigen Kenntnisse vom Kabeljau reichen leider für eine Klärung dieser Frage nicht aus.

## 2. Schellfisch

Das Schellfischmaterial enthält Proben aus zwei Populationen. Die 16 Tiere von 1960 waren 53 – 69 cm lang und 1500 – 3150 g schwer. Die mittlere Länge betrug 58 cm und das mittlere Gewicht 2006 g. Eizahlen von 450 000 bis 1 640 600 wurden festgestellt, mit einer mittleren Eizahl von 923 700. Die Tiere waren 4 bis 7 Jahre alt. Für die Beziehung der Eizahl zum Gewicht und zur Länge sind folgende Gleichungen berechnet:

$$F = 460,4 \cdot G$$

und

$$F = 41\,640 \cdot L - 1\,493\,500 \\ = 41\,640 (L - 35,9),$$

die in den Abbildungen 5 und 6 eingetragen sind.

Tabelle 4: Schellfisch (1960); Beziehung zwischen Eizahl und Länge bzw. Gewicht

L cm	G g	F · 1000	F/L	F/G	F = a + b · L	F = b · G
53	1500	675,8	12751	451	713,4	690,6
53	1550	719,9	13583	464	713,4	713,6
53	1550	748,4	14121	483	713,4	713,6
53	1660	747,7	14108	467	713,4	736,6
56	1750	805,2	14379	460	838,3	805,7
56	1850	1199,4	21417	648	838,3	851,7
56	1800	841,6	15029	468	838,3	828,7
56	1650	450,8	8050	273	838,3	759,7
56	1850	1018,1	18180	550	838,3	851,7
56	1700	638,1	11395	373	838,3	782,7
57	1850	926,0	16536	501	880,0	851,7
60	2000	898,2	14970	449	1004,9	920,8
63	2500	1161,4	18435	465	1129,8	1151,0
65	2700	1171,0	18015	434	1213,1	1243,1
67	3100	1640,6	24487	529	1296,4	1427,2
69	3150	1137,5	16483	361	1379,7	1450,3

Die 1962 gefangenen 38 weiblichen Schellfische sind erheblich kleiner. Sie maßen 39,0 bis 53,8 cm, im Mittel 44,5 cm. Das Gewicht schwankte zwischen 585 und 1525 g, im Mittel 891 g. Festgestellt wurden Eizahlen von 179 000 bis 650 100. Die mittlere Eizahl dieser 5 – 7jährigen Fische betrug 306 900. Die Berechnung der Fruchtbarkeitsverhältnisse ergab:

$$F = 344,55 \cdot G$$

und

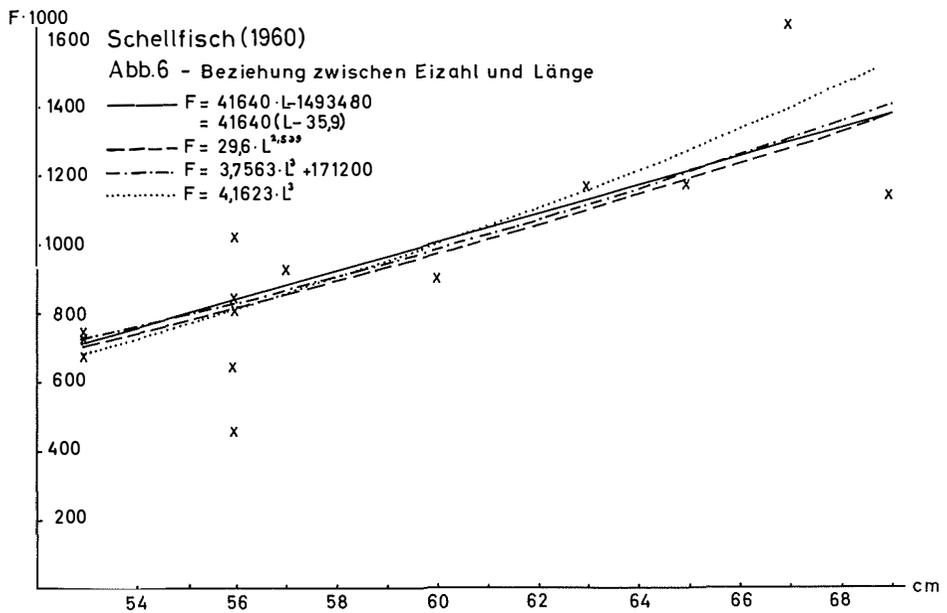
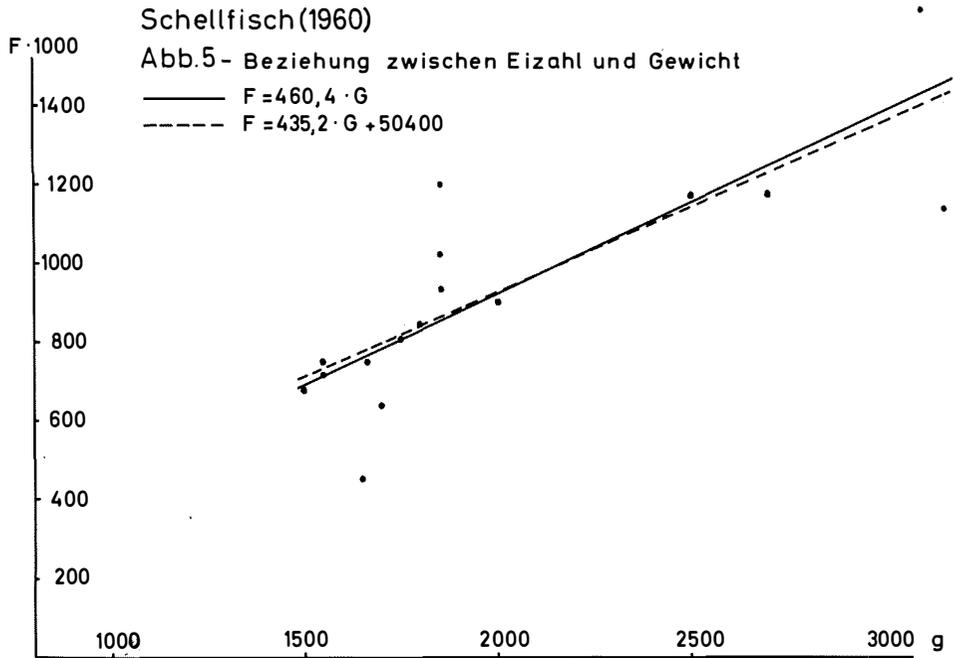
$$F = 20\,800 \cdot L - 620\,000$$

$$= 20\,800 (L - 29,8),$$

die in den Abbildungen 7 und 8 eingetragen sind.

T a b e l l e 5 : Schellfisch (1962); Beziehung zwischen Eizahl und dLän gebzw. Gewicht

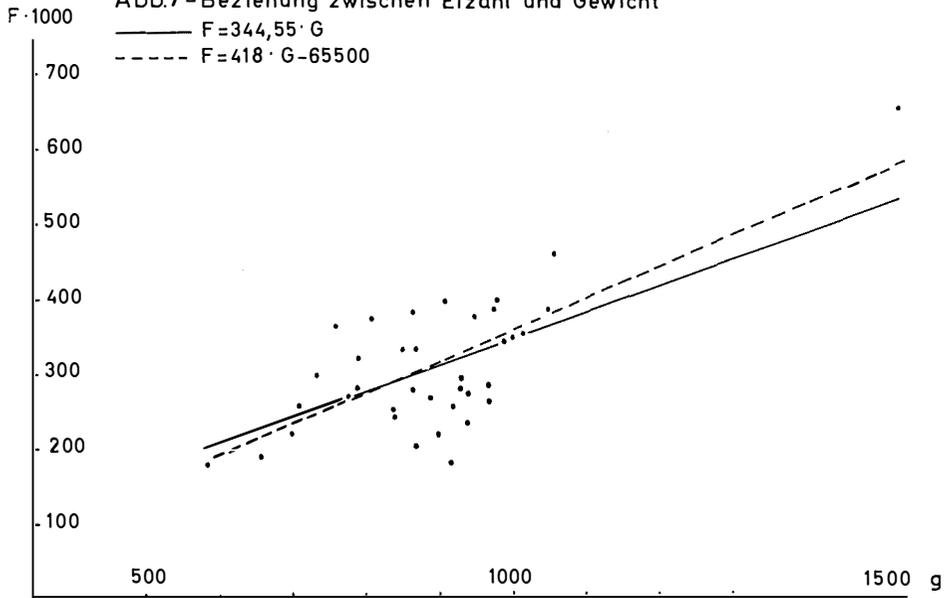
L cm	G g	F · 1000	F/L	F/G	F = a + b · L	F = b · G
39,0	585	179,0	4590	306	191,4	201,6
40,8	655	187,8	4603	287	228,8	225,7
41,4	700	215,5	5205	308	241,3	241,2
41,6	760	364,3	8757	479	245,4	261,9
41,7	810	373,0	8465	461	247,5	279,1
42,0	710	255,3	6079	360	253,8	244,6
42,0	735	297,2	7076	404	253,8	253,2
42,0	790	320,7	7636	406	253,8	272,2
42,3	775	266,5	6300	344	260,0	267,0
42,3	770	320,0	7565	416	260,0	265,3
42,6	840	249,2	5850	297	266,2	289,4
43,0	865	381,5	8872	441	274,6	298,0
43,2	790	280,0	6481	354	278,7	272,2
43,2	870	331,9	7683	381	278,7	299,8
43,8	865	276,2	6306	319	291,2	298,0
44,2	970	260,4	5891	269	299,5	334,2
44,2	850	332,3	7518	391	299,5	292,9
44,3	940	233,1	5262	248	301,6	323,9
44,6	920	181,7	4074	198	307,8	317,0
44,6	840	249,6	5596	297	307,8	289,4
45,1	930	293,8	6514	316	318,2	320,4
45,1	980	387,9	8601	396	318,2	337,7
45,2	890	268,7	5945	302	320,3	306,6
45,2	940	273,8	6058	291	320,3	323,9
45,3	900	219,9	4854	244	322,4	310,1
45,3	910	396,4	8751	436	322,4	313,5
45,6	870	206,5	4529	237	328,6	299,8
45,8	930	281,7	6151	303	332,8	320,4
45,9	920	254,7	5549	277	334,9	317,0
46,0	970	283,3	6159	292	337,0	334,2
46,0	950	377,0	8196	397	337,0	327,3
46,2	1000	347,8	7528	348	341,1	344,6
47,2	1050	386,9	8197	369	361,9	361,8
47,3	980	396,6	8385	405	364,0	337,7
47,7	1015	352,5	7390	347	372,3	349,7
48,0	990	346,2	7213	350	378,6	341,1
49,2	1060	457,1	9291	431	403,5	365,2
53,8	1525	650,1	12084	426	499,2	525,4



Tafel 3 (zu Joakimsson)

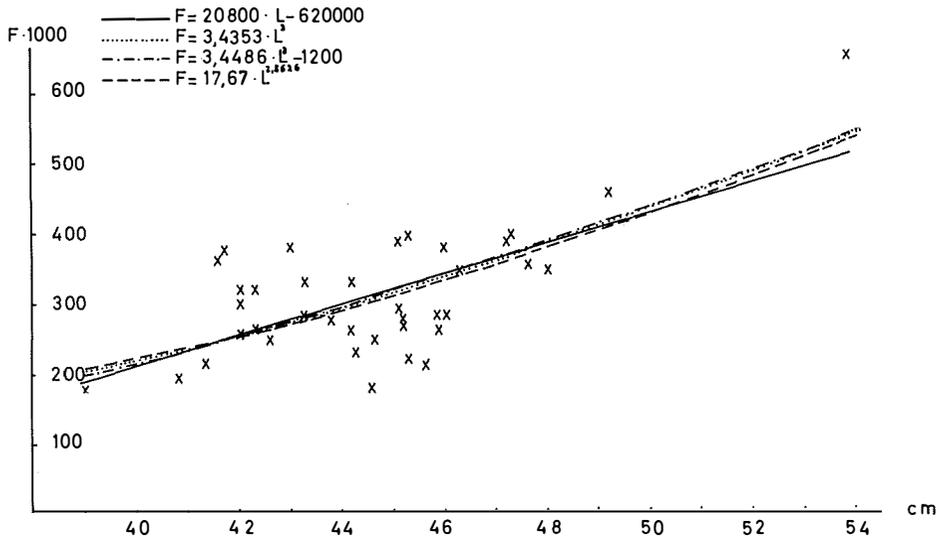
Schellfisch (1962)

Abb.7 - Beziehung zwischen Eizahl und Gewicht



Schellfisch (1962)

Abb. 8 - Beziehung zwischen Eizahl und Länge



Leider ist das Material von 1960 zu dürrig, um etwas über das Verhältnis der Fruchtbarkeit und des Alters aussagen zu können. Das Schellfischmaterial von 1962 hingegen enthält 28 Exemplare des Jahrganges 1957 (5-jährige Fische), die zu einem Vergleich herausgezogen und berechnet werden können. Mit einer mittleren Länge von 44,4 cm, mittlerem Gewicht von 887 g und einer mittleren Eizahl von 305 900 ist kaum ein Unterschied festzustellen.

Folgende Gleichungen wurden errechnet:

$$F = 340,7 \cdot G$$

und

$$F = 10\,600 L - 169\,600$$

$$= 10\,600 (L - 16,0),$$

die in den Abbildungen 9 und 10 zu sehen sind.

Tabelle 6 : Schellfisch (Jahrgang 1957); Beziehung zwischen Eizahl und Länge bzw. Gewicht der 5-jährigen Schellfische von 1962

L cm	G g	F · 1000	F/L	F/G	F = a + b · L	F = b · G
40,8	655	187,8	4603	287	263,7	223,2
41,6	760	364,3	8757	479	272,2	258,9
41,7	810	373,0	6547	471	273,3	276,6
42,0	710	255,3	6079	360	276,4	241,9
42,0	790	320,7	7636	406	276,4	269,2
42,6	840	249,2	5850	297	282,8	286,2
43,0	865	381,5	8872	441	287,1	294,7
43,2	790	280,0	6481	354	289,2	269,2
43,2	870	331,9	7683	381	289,2	296,4
43,8	865	276,2	6306	319	295,6	294,7
44,2	970	260,4	5891	269	299,8	330,5
44,2	850	332,3	7518	391	299,8	289,6
44,3	940	233,1	5262	248	300,9	320,3
44,6	920	181,7	4074	198	304,1	313,4
44,6	840	249,6	5596	297	304,1	286,2
45,1	930	293,8	6514	316	309,4	316,9
45,1	980	387,9	8601	396	309,4	333,9
45,2	890	268,7	5945	302	310,4	303,2
45,2	940	273,8	6058	291	310,4	320,3
45,3	900	219,9	4854	244	311,5	306,6
45,3	910	396,4	8751	436	311,5	310,0
45,8	930	281,7	6151	303	316,8	316,9
45,9	920	254,7	5549	277	317,9	313,4
46,0	970	283,3	6159	292	318,9	330,5
46,0	950	377,0	8196	397	318,9	323,7
46,2	1000	347,8	7528	348	321,0	340,7
48,0	990	346,2	7213	350	340,2	337,3
49,2	1060	457,1	9291	431	352,9	361,1

## Diskussion

Wie aus den Quotienten F/G und F/L der Tabellen 4 und 5 ersichtlich, besteht zwischen der Fruchtbarkeit des Schellfischmaterials von 1960 und der des Materials von 1962 ein recht erheblicher Unterschied. Die Fische von 1960, mit der durchschnittlichen Eiproduktion von 460 000 Eiern auf 1 kg Körpergewicht, sind erheblich fruchtbarer als die Schellfische von 1962, bei denen die Eiproduktion durchschnittlich bei 344 500 Eiern/kg liegt. Das Verhältnis der Eizahl zur Länge zeigt beim Material von 1960 ab 39,5 cm Länge eine Zunahme von 41 640 Eiern auf jeden Zentimeter Längenzuwachs an, während die Schellfische von 1962 ab 29,8 cm Länge eine Zunahme von 20 800 Eiern/cm ergeben.

Diese starken Fruchtbarkeitsunterschiede zweier aus dem gleichen Gebiet stammenden Populationen, bei denen wesentliche genetisch bedingte Unterschiede der Fruchtbarkeit kaum in Frage kommen, könnten, mit Hinblick auf die von SIMPSON (1951) vermuteten fruchtbarkeitsbeeinflussenden Faktoren, die großen Schwankungen der Eizahlen einzelner Fische einer Population verständlich machen.

Die niedrigen Werte der Eizahl bei den 5-jährigen Fischen von 1962 könnten zu dem Schluß führen, daß bei den isländischen Schellfischen die Fruchtbarkeit, bezogen auf die Länge, mit zunehmendem Alter wächst.. Die niedrige Anzahl der älteren Tiere (8 Stück) und die starken Schwankungen der Eizahl der beiden Schellfischpopulationen machen aber eine diesbezügliche Behauptung sehr unsicher.

Eine Erörterung dieser Frage wäre leichter bei genügendem, über einige Jahre verstreutem Material. Auf diese Weise könnten die Schwankungen der fruchtbarkeitsbeeinflussenden Faktoren weitgehend ausgeglichen werden. Das Ergebnis einer solchen Untersuchung würde den durchschnittlichen Fruchtbarkeitsverhältnissen, ohne Rücksicht auf kurzzeitig auftretende Schwankungen, näher liegen. Selbstredend ist davon bei diesem geringen Material keineswegs die Rede.

Diese Beobachtungen sind damit lediglich ein kleiner Beitrag zur Untersuchung der Fruchtbarkeit des Schellfisches in dem Laichgebiet bei Reykjanes.

### 3. Hering

Die 1961 gefangenen Frühjahrslaicher maßen 29,8 – 39,0 cm. Die mittlere Länge betrug 35,0 cm. Das Gewicht ergab, bei Werten von 185 – 425 g, ein Mittel von 294 g. Eizahlen von 28 700 – 184 000 wurden festgestellt, mit einer mittleren Eizahl von 76 540.

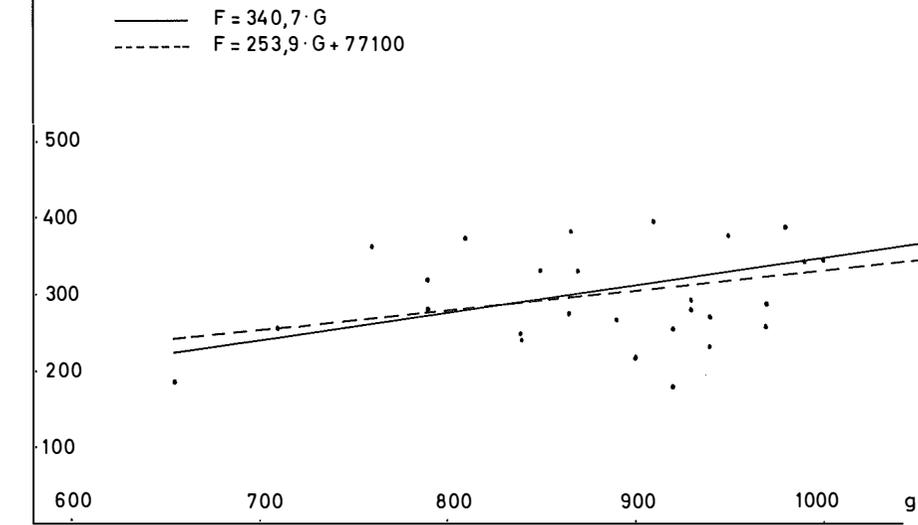
Folgende Gleichungen wurden für das Verhältnis zwischen Eizahl und Länge bzw. Gewicht berechnet:

$$\begin{aligned} F &= 260,7 \cdot G \\ \text{und} \\ F &= 9293 \cdot L - 242\,800 \\ &= 9293 (L - 26,1), \end{aligned}$$

die in Abbildung 11 und 12 aufgeführt sind.

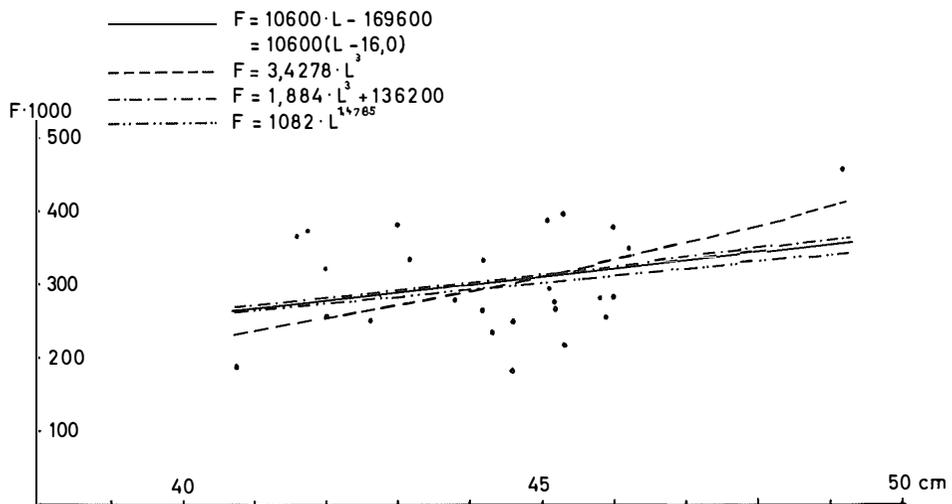
Schellfisch (Jahrgang 1957)

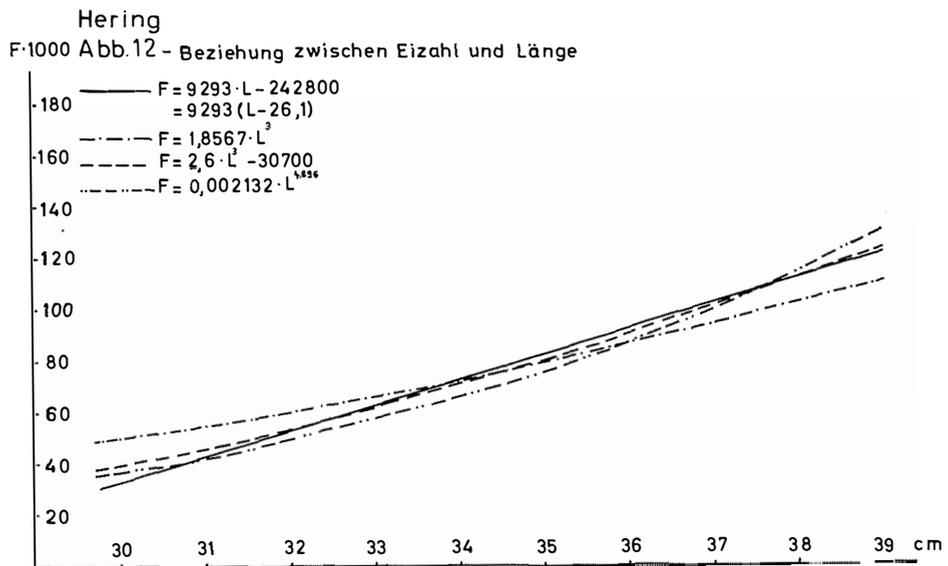
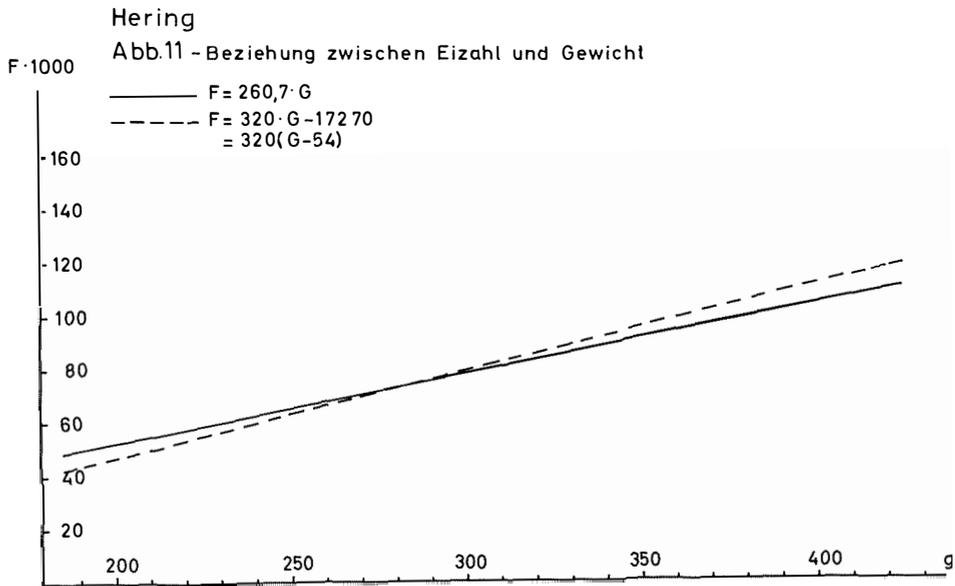
Abb.9 - Beziehung zwischen Eizahl und Gewicht  
bei den 5-jährigen Schellfischen von 1962



Schellfisch (Jahrgang 1957)

Abb.10 - Beziehung zwischen Eizahl und Länge  
bei den 5-jährigen Schellfischen von 1962





Tafel 6 (zu Joakimsson)

Tabelle 7: Hering Beziehung zwischen Eizahl und Länge bzw. Gewicht

L cm	G g	F	F/L	F/G	$F = a + b \cdot L$	$F = b \cdot G$
29,8	190	34600	1160	182	34200	49500
30,2	190	40600	1340	213	37900	49500
30,8	185	65200	2120	353	43500	48200
31,9	230	48100	1510	209	53700	60000
32,0	225	48500	1520	215	54600	58700
32,0	250	50000	1560	200	54600	65200
32,2	260	57700	1790	222	56500	67800
32,4	260	67400	2080	259	58300	67800
32,6	250	49000	1500	196	60200	65200
32,7	255	51200	1570	201	61100	66500
33,0	265	57800	1750	218	63900	69100
33,2	260	60400	1820	232	65800	67800
33,4	260	64600	1930	248	67200	67800
33,4	270	102700	3080	380	67200	70400
34,0	190	28700	840	151	73200	49500
34,1	305	74900	2200	246	74100	79500
34,3	295	79400	2310	269	76000	76900
35,0	350	88100	2520	252	82500	91200
35,2	315	147400	4190	468	84300	82100
35,4	255	132600	3740	520	86200	66500
35,5	325	64100	1810	197	87100	84700
36,2	345	81100	2240	235	93600	89900
36,8	415	69500	1890	167	99200	108100
37,0	305	48400	1310	159	101100	79500
37,0	365	74400	2010	204	101100	95200
37,2	380	90200	2420	237	102900	99100
37,2	385	91000	2450	236	102900	100400
38,3	410	142000	3710	346	113200	106900
39,0	390	102600	2630	263	119700	101700
39,0	425	184000	4720	433	119700	110800

### Diskussion

Über die Fruchtbarkeit des Hering in der Ostsee, der Nordsee und im irischen Raum, sind verschiedene Arbeiten veröffentlicht worden. Die Fruchtbarkeit des isländischen Hering ist aber nur von LIAMIN (1959) untersucht worden, der die Herbstlaicher der isländischen Heringe behandelt. Entsprechend der durchschnittlich viel größeren Fruchtbarkeit der Herbstlaicher den Frühjahrsleichern gegenüber (KÄNDLER und DUTT (1958)), liegen LIAMINS Eizahlen weit über den unseren. Bisher standen keine veröffentlichten Angaben über die Fruchtbarkeit der isländischen Frühjahrslaicher zur Verfügung. Aus einer kurz vor der Veröffentlichung stehenden Arbeit haben JAKOBSSON, VILHJALMSSON und SCHOPKA uns freundlichst diesbezügliche Werte zur Verfügung gestellt. Sie errechneten für ihr Material 1890 Eier je 10 g Fischgewicht. Bei der starken Streuung unseres Materials (36,1 % Abweichung) ist unser Wert von 2607 Eier/g mit diesem durchaus vergleichbar.

## Literaturverzeichnis

BAXTER, I. G.: Fecundities of winter-spring and summer-autumn herring spawners. Journ. du Cons. 25, 73–80, 1959 — BOTROS, A. G.: Die Fruchtbarkeit des Dorsches (*Gadus morhua* L.) in der Ostsee und den norwegischen Gewässern. Kieler Meeresf. 18, 1, 67–80, 1962. — FULTON, T. W.: The comparative fecundity of seafishes. Fish Board Scotl. 9<sup>th</sup> Ann. Rep. Part 3, 243–268, 1891. — HEMPEL, G. und BLAXTER, J. H. S.: Egg weight in Atlantic herring (*Clupea harengus* L.). Journ. du Cons. 31, 2, 170–195, 1967. — KÄNDLER, R. und DUTT, S.: Fecundity of Balting herring. Rapp. Proc.-Verb. 143, Part II, 99–108, 1958. — LIAMIN, K. A.: Investigation into the Life-cycle of summer-spawn herring of Iceland. Spec. Scientif. Rep.-Fish., No 327, 166–202, 1959. — SIMPSON, A. C.: The fecundity of the plaice. Fish. Invest., Ser. 2, 17 (5), 1951.