

OSTSEEFISCHEREI

Laichen von Dorschen in Gefangenschaft

Teil 1: Verlauf der Laichaktivitäten

Martina Bleil, Rainer Oeberst, Institut für Ostseefischerei, Rostock

Die Dorschbestände in der Ostsee sind eine wichtige ökonomische Größe für die Küstentischerei der Anrainerstaaten. Die Veränderungen in der Bestandsgröße und den -strukturen der letzten Jahre führten zu großen Problemen bei der Bewirtschaftung dieser Fischereiressourcen. Diese Situation wird durch die nur sehr ungenau vorhersagbare Größe der heranwachsenden Jahresklassen verschärft. Um Aussagen zum Prozeß der Reproduktion und zu den Wechselwirkungen zwischen den Fischarten und ihrer natürlichen Umgebung zu erarbeiten, sind Felduntersuchungen allein nicht ausreichend. Durch Versuche in marinen Aquakulturanlagen können wichtige zusätzliche Informationen zum Reproduktionsprozeß gewonnen werden. Dazu zählen unter anderem Aussagen

- zur Gegenüberstellung von potentieller und aktueller Fruchtbarkeit,
- zur Befruchtungsrates von Eiern,
- zum Schlupferfolg überlebensfähiger Larven sowie
- zur larvalen Entwicklung in Abhängigkeit von abiotischen und biotischen Faktoren.

Außerdem kann in solchen Zuchtanlagen Referenzmaterial für ökologische in-situ-Untersuchungen aufgezogen werden.

Ausgehend von diesen Überlegungen wurde 1993 mit dem Projekt „Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie des Dorsches und zur natürlichen Sterblichkeit seiner Jugendstadien“ begonnen. Die Finanzierung dieses Projektes erfolgte direkt durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und war zunächst für einen Zeitraum von 2 Jahren (1993/1994) festgeschrieben, konnte dann jedoch über einen Zeitraum von weiteren 3 Jahren (1995-1998) fortgeführt werden.

Die in diesem Artikel beschriebenen Ergebnisse sind jedoch lediglich ein Teil der umfangreichen Datenanalysen. Für die Veranschaulichung der Ergebnisse sollen die Daten des Jahres 1997 dargestellt werden. Die Verallgemeinerungen und Schlußfolgerungen sind aber auch für die anderen Jahre gültig.

Hälterungsanlage

Alle praktischen Arbeiten wurden in der marinen Aquakulturanlage „BUTT“ GbR in Strande bei Kiel durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der Aquakulturanlage, der Methodik von Aufbau und Haltung der Laichfischgruppen sowie der Gewinnung befruchteten Eimaterials wurde bereits in den *Informationen für die Fischwirtschaft* 1994, Nr.4 und 1995,

Spawning of cod in captivity

Part 1: Course of spawning activities

Individuals of the western stock of Baltic cod were kept at captivity with different temperatures and salinities until natural spawning. Spawning activities up to 16 weeks were observed between February and June. This time interval agrees well with the spawning season of the wild cod stock. Also as in in-situ observations larger individuals started earlier with the spawning process than smaller ones and had significantly larger periods of spawning. Larger cods produced more batches and more eggs than smaller cods within this time interval.

The comparison between the actual and potential absolute fecundity showed large differences. Only a part of the potential absolute fecundity, estimated in the phase of prespawning development of ovaries, was developed until their release. These analyses showed that larger cod were able to develop a larger part of the eggs within the ovaries up to the complete development. This result should be considered in the future during estimations of the population fecundity of the western Baltic spawning stock.

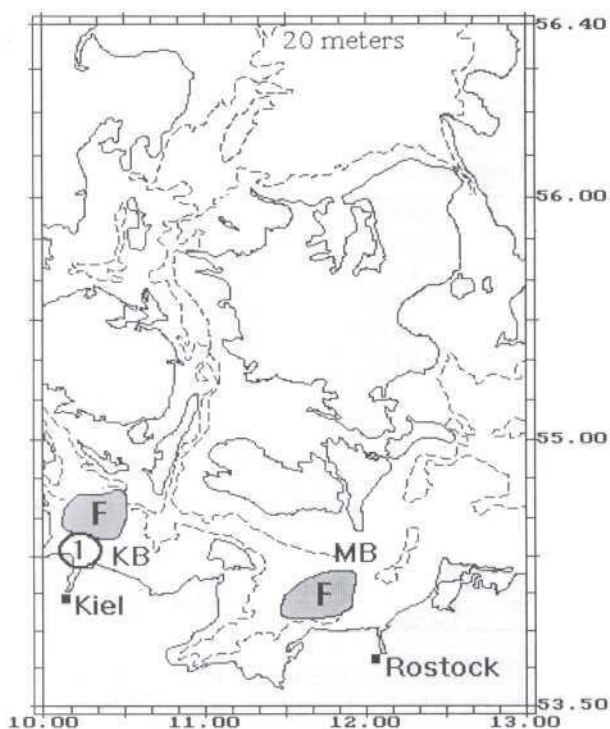


Abbildung 1: F = Fanggebiete der Laichertiere, ① = Marine Aquakulturanlage „BUTT“ GbR, KB = Kieler Bucht, MB: Mecklenburger Bucht

Figure 1: F = Catching areas of brood fish, ① = Marine aquaculture plant „BUTT“ GbR, KB = Kiel Bight, MB = Mecklenburg Bight

Nr. 3 (Bleil 1994, 1995) beschrieben. Abbildung 1 zeigt die geographische Lage der Aquakulturanlage sowie die Fangplätze der für die Beobachtungen genutzten Dorsche. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf den Dorschbestand der westlichen Ostsee.

Die Hälterung der Dorsche erfolgte in Becken, die kontinuierlich mit Wasser versorgt wurden, das in der Kie-

ler Förde aus ca. 4 Meter Wassertiefe entnommen wurde. Die Temperatur und der Salzgehalt in den Becken änderten sich demzufolge in Abhängigkeit von den hydrographischen Bedingungen in der Kieler Förde. Zusätzlich wurde für ausreichenden Sauerstoffgehalt des Wassers gesorgt. Die Elterntiere wurden dem natürlichen Tagesrhythmus ausgesetzt. Durch diese Versuchsanordnung konnte erreicht werden, daß die Dorsche unter Bedingungen gehalten wurden, die denen im natürlichen Verbreitungsgebiet adäquat waren.

Struktur der Laicherguppen

In Erweiterung der von Bleil (1995) beschriebenen Methodik wurden 1997 aus den in den Wintermonaten 1996/97 gefangenen und an die Bedingungen der Gefangenschaft adaptierten Wildfische mehrere Laicherguppen gebildet:

- Gruppe A: Tiere mit Totallängen (TL) ≤ 40 cm
- Gruppe B: Tiere mit Totallängen (TL) > 40 bis 50 cm
- Gruppe C: Tiere mit Totallängen (TL) > 50 cm
- Gruppe E: Tiere mit Totallängen (TL) von 39 bis 63 cm (nach dem Zufallsprinzip zusammengesetzt)

Dieser Aufteilung der Laicherguppen nach der Körperlänge liegt die von Kjesbu et al. (1992) und Bromage et al. (1995) für den Atlantischen Kabeljau beschriebene Erkenntnis zugrunde, daß die Menge und die Qualität der abgelaichten Eier durch die Größe und das Alter der Tiere beeinflußt werden.

Informationen zu den Elterntiergruppen, die vor dem Beginn der Laichaktivitäten gewonnen wurden, sind in Tabelle 1 dargestellt. In allen Gruppen verendeten bis zum Beginn des Laichens sowie im Verlauf der Laichzeit einige Tiere. Weiterhin war aus den Untersuchungen der Vorjahre bekannt, daß nicht alle potentiellen Laicher auch tatsächlich am Laichgeschehen teilnehmen.

Tabelle 1: Anzahl und Struktur der Elterntiergruppen 1997 vor Beginn der Laichaktivitäten (1 = Männchen, 2 = Weibchen)

Table 1: Number and structure of the prespawning groups 1997 (1 = males, 2 = females)

Gruppe	Geschl.	Anzahl	Totallänge [cm]			Gewicht [g]			Mittl. Alter [Jahre]
			Mittel	Min.	Max.	Mittel	Min.	Max.	
A	1	10	40,2	39	45	585,8	322	888	3
	2	12	40,0	36	43	460,3	257	823	3
B	1	32	46,8	55	58	905,5	377	2020	3
	2	55	47,8	40	58	1094,8	517	2450	3
C	1	20	58,5	56	78	2141,2	1218	4155	4
	2	27	57,1	49	68	1955,0	797	3383	4
E	1	33	50,3	47	60	1241,5	474	2423	3
	2	47	49,9	39	63	1250,8	377	2609	3

Tabelle 2a: Länge und Alter der aktiven Laicher 1997

Table 2: Total length and age of active spawners 1997

Gruppe	Weibchen				Männchen			
	Totallänge [cm]		Alter [Jahre]		Totallänge [cm]		Alter [Jahre]	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
A	35	42	3	3	36	42	3	3
B	41	58	3	5	42	58	2	4
C	50	78	3	6	49	68	3	5
E	44	60	3	4	41	63	3	4

Tabelle 2b: Informationen zur Laichzeit 1997 sowie zu Länge und Gewicht der aktiven Laicher

Table 2b: Information on spawning time and mean total length and weight of the real spawned individuals

Gruppe	Laichphase			Anzahl Laicher	Weibchen		Anzahl Laicher	Männchen	
	Anfang	Ende	Dauer [Tage]		Mittl. Totallänge [cm]	Mittl. Gewicht [g]		Mittl. Totallänge [cm]	Mittl. Gewicht [g]
A	06.03.1997	02.05.1997	57	8	40,3	380,1	5	39,9	536,2
B	01.03.1997	07.05.1997	67	42	48,5	1100,4	22	47,4	925,6
C	12.02.1997	05.06.1997	113	16	58,1	2077,8	12	60,8	2351,7
E	27.02.1997	27.05.1997	89	29	51,7	1329,4	22	51,2	1225,0

Um für die Interpretation des Laichgeschehens nur die aktiven Laicher, d.h. Individuen, die auch tatsächlich gelaicht hatten, heranziehen zu können, wurden alle Tiere nach Beendigung der Laichzeit getötet und Totallänge, Körpergewicht, Geschlecht, Reifegrad und Alter bestimmt. Alle Individuen mit Reifegraden von 3 bis 6 (nach Maier 1908) blieben somit für die weiteren Analysen unberücksichtigt. Tabelle 2a und 2b geben Auskunft über die tatsächliche Anzahl der jeweils aktiv am Laichgeschehen beteiligten Individuen. Danach setzten sich die Gruppen minimal aus 13 (Gruppe A) bis maximal 64 (Gruppe B) Tieren zusammen.

Das Alter der aktiv am Laichen beteiligten Dorsche lag in den Becken zwischen 3 und 6 Jahren. Das älteste Weibchen hatte mit 6 Jahren eine Totallänge von 78 cm, das älteste Männchen war 5 Jahre bei einer Länge von 68 cm. Die jüngsten Individuen waren 3 Jahre, bei 35 cm (Weibchen) und 36 cm (Männchen) (Tab. 2a).

Dauer und Verlauf der Laichaktivitäten

Für die Analyse der Laichaktivitäten wurden Verlauf und Dauer der Laichperioden sowie die täglich abgelaichte Eimenge der Laichergruppen bestimmt (Abb. 2).

Auf weitere ermittelte Parameter soll hier nicht eingegangen werden. Auf diese Daten wird in Teil 2 dieses Artikels eingegangen.

In der Tabelle 2b sind Informationen zum Beginn und Verlauf der Eiabgaben für die einzelnen Laichergruppen zusammengefaßt. Abbildung 2 stellt das Volumen der täglich gelaichten Eimenge in ml dar.

Da die Laicherbecken im Durchfluß mit Seewasser ohne zusätzliche Kühlung versorgt wurden, schwankten Temperatur und Salzgehalt in den Becken in Abhängigkeit von der hydrographischen Situation des natürlichen Verbreitungsgebietes.

Insgesamt stieg die Wassertemperatur während der Laichphase langsam an (Abb. 2). Sie lag, entsprechend der Jahreszeit, von Mitte Februar bis Ende März zwischen 4,2 und 7,5 °C und stieg von da bis Anfang Juni auf 14,4 °C an. Der Salzgehalt schwankte anfänglich (Februar bis Ende März) zwischen 24 und 20 ‰, dann bis Ende Mai zwischen 20 und 17 ‰ und sank in den letzten Tagen (Anfang Juni) auf 11 ‰ ab (Abb. 2). Nach v. Westernhagen (1970) ist dies untere Grenze für eine erfolgreiche Befruchtung. Über die gesamte

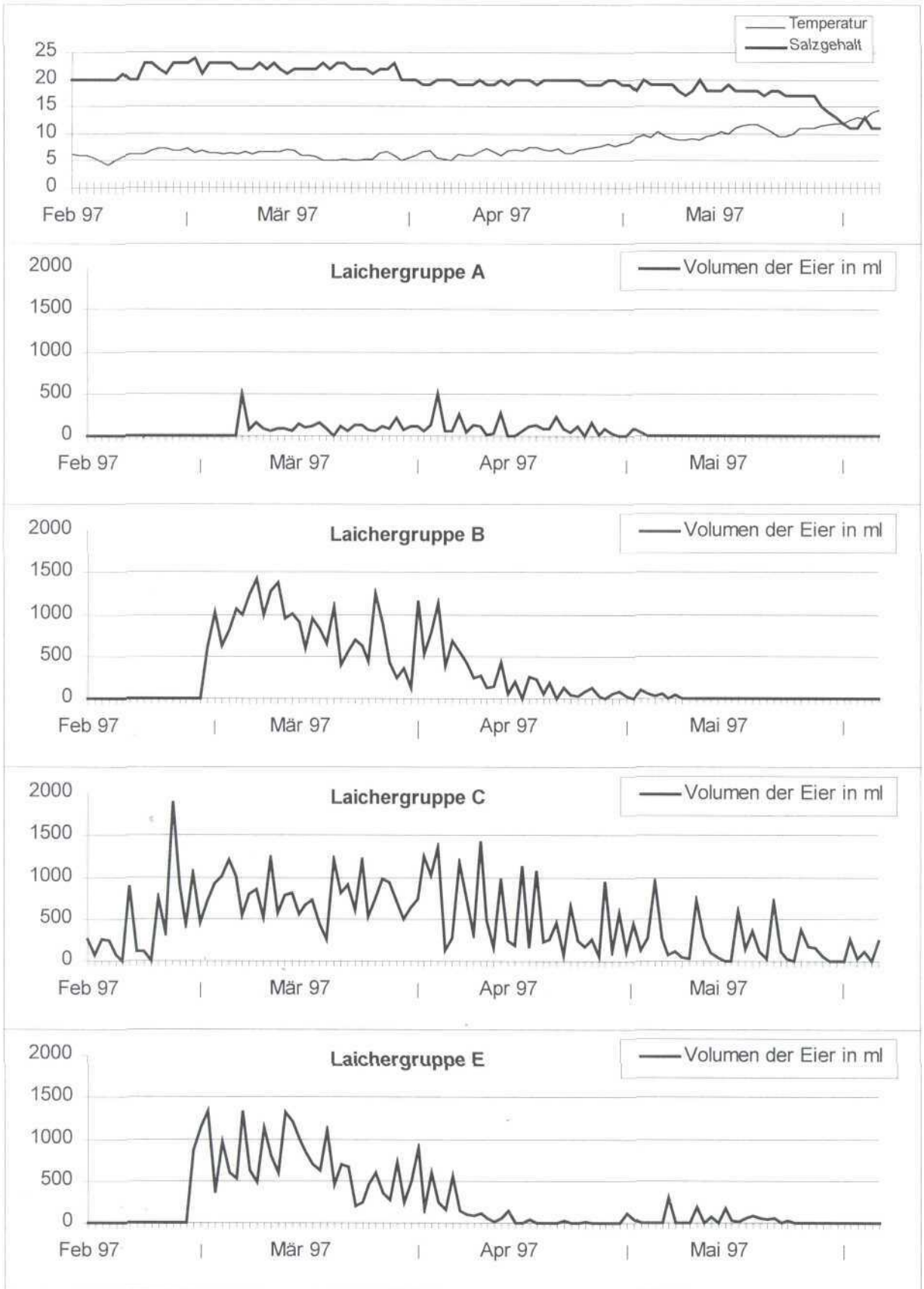


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der Laichaktivitäten 1997 sowie die Veränderungen von Temperatur und Salzgehalt

Figure 2: Temporal course of the spawning activities 1997 as well as the changes of temperature and salinity

Tabelle 3: Menge der abgelaichten Eier (in ml und Anzahl) für die verschiedenen Laicherguppen 1997
 Table 3: Number of the spawned eggs for years and brood groups 1997

Gruppe	Anzahl d. Laicher	Abgelaichte Eier		Abgelaichte Eier pro Laicher		Max.abgelaichte Eier Pro Tag und Gruppe	
		[ml]	[Anzahl]	[ml]	[Anzahl]	[ml]	[Anzahl]
A	8	5 950	2 082 500	744	260 313	500	175 000
B	42	33 155	11 604 250	1 579	552 583	1 400	490 000
C	16	55 077	19 276 950	3 060	1 070 942	1 900	665 000
E	29	27 442	9 604 700	1 614	564 982	1 300	45 500

Dauer der Laichaktivitäten gesehen, nahm die Salinität tendenziell ab. Diese Veränderungen der hydrographischen Parameter haben ihre Ursache in der Ausbildung einer stabilen Schichtung, mit einer Sprungschicht zwischen 3 und 4 m Tiefe.

Die Analysen der vorliegenden Datenreihen zeigen jedoch, daß in den hier zu diskutierenden Untersuchungen eine Abhängigkeit zwischen dem zeitlichen Ablauf der Laichperioden und der sich verändernden Wassertemperatur und dem Salzgehalt nicht nachgewiesen werden kann.

Aus Tabelle 2b und Abbildung 2 ist ersichtlich, daß die Laichaktivitäten der Gruppen zu unterschiedlichen Zeitpunkten beginnen. Alle Tiere beginnen jedoch mit dem Laichen zwischen Mitte Februar und Anfang März. Die letzten Eiabgaben wurden Anfang Juni festgestellt. Diese Laichperioden der in Gefangenschaft lebenden Dorsche stimmen gut mit denen in der westlichen Ostsee beobachteten natürlichen Laichzeiten überein. Kändler (1944), Berner (1960), Thurow (1970) und Bleil und Oeberst (1997) beschreiben Laichaktivitäten in diesem Gebiet für die Monate Februar bis Juni.

Die Dauer der Laichperiode der Gruppen unterscheidet sich jedoch beträchtlich. Aus Tabelle 2b ist ersichtlich, daß Beginn und Dauer der Laichaktivitäten von der Größe der Tiere bestimmt werden. Die größten und ältesten Fische (Gruppe C) begannen mit dem Laichen am 12. Februar und gaben Eier über einen Zeitraum von 113 Tagen ab. Die mittlere Gruppe (Gruppe B) begann am 1. März und laichte über 67 Tage. Die Gruppe der kleinsten und jüngsten Individuen begann am 6. März, die letzten Eier wurden hier 57 Tage später registriert. Ein Zusammenhang zwischen Anzahl der aktiv laichenden Weibchen und Dauer der Laichaktivitäten ist nicht nachweisbar.

Diese Beobachtungen stimmen gut mit Erkenntnissen überein, die von in Gefangenschaft gehaltenen Kabeljau des Nordatlantik stammen (Kjesbu 1989, Kjesbu et

al. 1996). Anhand von Einzelfisch-Untersuchungen wurde nachgewiesen, daß eine signifikante Korrelation zwischen der Dauer der Laichperioden und der Totallänge sowie dem Gewicht der Weibchen besteht. Größere Weibchen laichten über längere Zeiträume als kleinere Individuen. Zu vergleichbaren Resultaten kommt auch Rosenlund (1993), der mit Laicherguppen aus dem Nordatlantik arbeitete.

Menge abgelaichter Eier

Die Menge abgelaichter Eier wurde für jede Laicherguppe täglich nach der bereits beschriebenen Methode (Bleil 1994) erfaßt. Die Abbildung 2 zeigt, daß die täglichen Eimengen beträchtlich schwankten. Beobachtungen zur Menge gelaichter Eier an einzelnen Weibchen konnten nicht vorgenommen werden. Alle Angaben zu den Eimengen für Einzelfische sind Mittelwertschätzungen. Tabelle 3 stellt die Gesamtmengen abgelaichter Eier für die jeweiligen Laicherguppen sowie eine Abschätzung der durchschnittlichen Mengen abgelaichter Eier dar.

Die Datenanalyse zeigt, daß der generelle Ablauf der Laichaktivitäten für alle Laicherguppen ähnlich ist. Am Beginn des Laichens werden zunächst nur geringe Eimengen abgegeben. Die täglich abgelaichte Menge steigert sich dann jedoch sehr schnell, erreicht einen Höhepunkt und sinkt dann über einen längeren Zeitraum langsam ab.

Bei Betrachtung von Abbildung 2 wird deutlich, daß die Menge abgelaichter Eier an aufeinander folgenden Tagen extremen Schwankungen unterworfen war. Tage mit einer Abgabe von bis zu 1900 ml (Gruppe C) wechselten mit Tagen an denen sehr wenige oder überhaupt keine Eier abgegeben wurden

Es ist bekannt, daß Dorsche zu den Portionslaichern gehören. Kjesbu (1989) weist nach, daß einzelne Weibchen über Zeiträume von 5 bis 6 Wochen laichen und in dieser Zeit 15 bis 20 „Eiportionen“ abgeben.

Tabelle 4: Vergleich zwischen potentieller absoluter Fruchtbarkeit und aktueller Fruchtbarkeit der Weibchen der Laichergruppen
 Table 4: Comparison between the egg potential and number of spawned eggs of females of the various groups

Gruppe	Anzahl der Weibchen	Geschätzt		Abgelaicht	
		Gesamt	pro Weibchen	Gesamt	pro Weibchen
A	8	4 728 335	591 041	2 082 500	260 313
B	42	41 929 386	998 319	11 604 250	552 583
C	16	24 686 487	1 542 906	19 276 950	1 070 942
E	29	33 850 532	1 167 260	9 604 700	564 982

Obwohl bei den hier zu diskutierenden Daten zum Verlauf der Laichperioden keine Einzelfische, sondern nur Gruppen von Weibchen untersucht wurden, sind markante Laichschübe in allen Laichergruppen deutlich erkennbar (Abb. 2). Inwieweit es sich dabei um das Laichen einzelner, besonders fruchtbarer Weibchen handelt oder um das synchrone Laichen mehrerer Weibchen, kann auf der Grundlage der vorliegenden Datenbasis nicht geklärt werden. Hier sind weiterführende Untersuchungen unbedingt notwendig.

Die Gesamtmenge abgelaichter Eier der verschiedenen Laichergruppen unterscheidet sich beträchtlich. Da aber die Anzahl Weibchen pro Laichergruppe unterschiedlich war, ist nur ein Vergleich der durchschnittlichen abgelaichten Eimenge pro Individuum sinnvoll (Tab. 3).

Es zeigt sich, daß die durchschnittliche Menge abgelaichter Eier pro Weibchen deutlich mit der durchschnittlichen Totallänge der Weibchen korreliert ist (Tab. 2b).

Die Gruppe C mit den größten Tieren laichte das größte durchschnittliche Volumen von Eiern (3060 ml pro Weibchen). Die aus kleinen und großen Weibchen gebildete Gruppe E erreichte ein mittleres Volumen von 1614 ml, die Gruppe B laichte 1579 ml pro Individuum. Das geringste mittlere Eivolumen pro aktiven Laicher (744 ml) wurde von der Gruppe A abgegeben, der Laichergruppe mit den kleinsten Fischen.

Ein Einfluß von Temperatur und Salinität ist nicht nachweisbar, da alle Laichergruppen den gleichen hydrographischen Bedingungen ausgesetzt waren.

Vergleich von potentieller absoluter und aktueller Fruchtbarkeit

Auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse wurde weiterhin überprüft, in welcher Relation die aktuelle Fruchtbarkeit der Weibchen der untersuchten Laichergruppen

zur potentiellen absoluten Fruchtbarkeit des Wildfischbestandes der westlichen Ostsee steht.

Kjesbu et al. (1990, 1992) definieren die aktuelle Fruchtbarkeit als die durchschnittliche Menge reifer, abgelaichter Eier, die von einem Weibchen tatsächlich abgegeben wird.

Als potentielle absolute Fruchtbarkeit wird dagegen die Anzahl heranreifender Oozyten bezeichnet, die in einem vorlaichreifen Ovar gezählt werden. Für die Schätzung der potentiellen absoluten Fruchtbarkeit wurde die von Bleil und Oeberst (1996) angegebene Regression zwischen Totallänge des Versuchstieres (TL) und potentieller absoluter Fruchtbarkeit (F_{abs}) verwendet:

$$F_{abs} = -3.88539 \times 10^6 + 716\,093 \times \sqrt{TL}$$

Der Vergleich in Tabelle 4 zeigt deutlich, daß nicht alle heranreifenden Oozyten auch bis zur vollen Reife ausgebildet und abgelaicht werden, sondern lediglich 69 % (Gruppe C), 55 % (Gruppe B) bzw. 44 % (Gruppe A) der geschätzten Eimengen. Dabei wird deutlich, daß nicht nur die potentielle absolute sondern auch die aktuelle Fruchtbarkeit mit der Totallänge positiv korreliert ist. Größere Weibchen weisen nicht nur eine größere Anzahl von Oozyten im heranreifenden Ovar auf, sondern sind ebenfalls in der Lage, einen höheren Anteil dieser heranreifenden Oozyten bis zur Vollreife zu entwickeln und abzulaichen. Zu ähnlichen Ergebnissen für den Kabeljau des nördlichen Atlantiks kommen auch Jobling et al. (1996) und Kjesbu (1996).

Auf der Basis der vorliegenden Daten wurde somit die durchschnittliche aktuelle Fruchtbarkeit von Erstlaichern (Gruppe A) der westlichen Ostsee mit $0,26 \times 10^6$ Eiern pro Weibchen geschätzt.

Kjesbu (1996) nahm für in Gefangenschaft gehaltene Kabeljau norwegischer Küstenbestände vergleichbare Analysen vor und gab Mengen von $0,2 \times 10^6$ - $0,58 \times 10^6$ Eiern pro Erstlaicher an.

Kjesbu et al. (1994) und Jobling et al. (1996) verweisen darauf, daß ein wesentlicher, die aktuelle Fruchtbarkeit beeinflussender Faktor der Ernährungszustand der Laicher sein könnte. Da in unseren Untersuchungen noch keine entsprechenden Daten gesammelt werden konnten, sind hierüber keine Aussagen möglich. Für eine weitere Verbesserung der Abschätzung von den Reproduktionsprozess beeinflussenden Faktoren sind auch hier weiterführende Arbeiten unbedingt notwendig.

Zusammenfassung

Dorsche der westlichen Ostsee wurden in Gefangenschaft gehalten und bei veränderlichen Wassertemperaturen und Salinitäten zum natürlichen Abbläichen gebracht. Die Laichaktivitäten dauerten bis zu 16 Wochen - Februar bis Juni und entsprachen damit den aus dem natürlichen Verbreitungsgebiet des Wildfischbestandes bekannten Laichzeiten.

Größere Individuen beginnen mit dem Laichen früher als kleinere Dorsche. Größere Weibchen weisen signifikant längere Laichperioden auf. Sie geben innerhalb dieser Zeiträume mehr Eiportionen ab und laichen eine größere Menge an Eiern als kleinere Individuen. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, daß ein größerer Anteil der gelaichten Eier befruchtet wird und optimale Bedingungen für die Embryonal- und Larvalentwicklung antrifft. Diese Strategie der Reproduktion ist besonders im Ökosystem Ostsee von Bedeutung, weil sich hier die abiotischen Faktoren schnell verändern können.

Der Vergleich von aktueller und potentieller absoluter Fruchtbarkeit zeigt, daß es zwischen beiden große Differenzen gibt. Lediglich ein Teil der als potentielle absolute Fruchtbarkeit geschätzten Eizahlen werden auch tatsächlich bis zur Reife entwickelt und abgeläicht, wobei größere Tiere einen relativ und absolut höheren Anteil der sich entwickelnden Eier auch tatsächlich bis zur Vollreife bringen als kleinere!

Diese Erkenntnis ist von besonderer Bedeutung, weil die Populationsfruchtbarkeit und damit das Reproduktionsvolumen der natürlichen Dorschbestände bisher ausschließlich auf der Datenbasis der potentiellen Fruchtbarkeit der Weibchen der Laicherbestände abgeschätzt wurde.

Zitierte Literatur

- Berner, M.: Untersuchungen über den Dorschbestand der Bornholm- und Arkonasee 1953-1955. Z. Fischerei Hilfswiss. 9: 31-601, 1960.
- Bleil, M.: Untersuchungen zur Aufzucht von Dorschen (*Gadus morhua morhua*) der westlichen Ostsee. Teil I: Methodik der Gewinnung und Befruchtung von entwicklungsfähigem Eimaterial. Inf. Fischwirtsch. 41(4): 171-176, 1994.
- Bleil, M.: Untersuchungen zur Aufzucht von Dorschen (*Gadus morhua morhua*) der westlichen Ostsee. Teil II: Aufbau und Haltung eines Laichfischbestandes sowie Erbrütung der gewonnenen Eizellen. Inf. Fischwirtsch. 42(3): 133-146, 1995
- Bleil, M.; Oeberst, R.: The fecundity of cod in ICES Sub-division 22, 24 and 25 in the years 1992 to 1995 (preliminary results). ICES C.M.1996/J: 08. 22 pp.
- Bleil, M.; Oeberst, R.: The timing of the reproduction of cod (*Gadus morhua morhua*) in the western Baltic and adjacent areas. ICES C.M.1997/CC: 02. 31 pp.
- Bromage, N.R.; Roberts, R.J.: Broodstock management and egg and larval quality. Berlin, New York: Blackwell Science 1995. 413 pp.
- Jobling, M.; Pedersen, P.S.: Cultivation of the Atlantic cod. In: Nash, A.S. (ed.): Production of aquatic animals: Fish. Amsterdam, Tokyo: Elsevier 1996, p. 347-356.
- Kändler, R.: Untersuchungen über den Ostseedorsch während der Forschungsfahrt mit dem R.F.D. „Poseidon“ in den Jahren 1925-1938. Ber. DWK N.F. Bd. 9(2), 1944
- Kjesbu, O.S.: The spawning activity of cod (*Gadus morhua* L.). J. Fish Biol. 34: 195-206, 1989
- Kjesbu, O.S.; Witthames, P.R.; Solemdal, P.; Greer Walker, M.: Ovulatory rhythm and a method to determine the stage of spawning of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1185-1193, 1990
- Kjesbu, O.S.; Kryvi, H.; Sundby, S.; Solemdal, P.: Buoyancy variations in egg of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to chorion thickness and egg size: theory and observations. J. Fish Biol. 41: 581-599, 1992
- Kjesbu, O.S.; Holm, J.C.: Oocyte recruitment in first time spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to feeding regime. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 1893-1898, 1994
- Kjesbu, O.S.; Solemdal, P.; Bratland, P.; Fonn, M.: Variation in annual egg production in individual captive Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 610-620, 1996
- Maier, H. N.: Beiträge zur Altersbestimmung der Fische. I. Allgemeines. Die Altersbestimmung nach den Otolithen bei Scholle und Kabeljau. Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Helgoland 8: 1908
- Rosenlund, G.; Meslo, I.; Rödsjö, R.; Torp, H.: Large scale production of cod. In: Reinertsen, H.; Dahle, L.A.; Jörgensen, L.; Tvinnereim, K., (eds.): Fish farming technology. Rotterdam: Balkema 1993, p. 141-146
- Statgraphics Plus. 1996. Manugistics, Inc.
- Thurow, F.: Über die Fortpflanzung des Dorsches *Gadus morhua* (L.) in der Kieler Bucht. Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 21(1-4): 170-192, 1970
- Westerhagen, H.v.: Erbrütung der Eier von Dorsch (*Gadus morhua*), Flunder (*Pleuronectes flesus*) und Scholle (*Pleuronectes platessa*) unter kombinierten Temperatur und Salzgehaltsbedingungen. Helgoländer wiss. Meeresunters. 21: 21-102, 1970 □