

Literatur:

Deutscher Fischerei-Verein: Circular Nr. 1. Berlin, 07. März 1870.

Ehrenbaum, E.: 50 Jahre Kieler Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere. Der Fischerbote, XII (8): 454-457, 1920.

Jahresbericht über die deutsche Fischerei 1939. Berlin, 1941.

Kölmel, R.: The Prussian „Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel“ and the origin of modern concepts in marine biology in Germany. in: Lenz, W. and Deacon, M.: Ocean Science: Their History and Relation to Man. Dt. hydrogr. Z. Erg.H.B, Nr. 22, 399-407, 1990.

Meyer-Waarden, P.F.: Aus der deutschen Fischerei. Geschichte einer Fischereiorganisation. Berlin: Heenemann, 1970.

OSTSEEFISCHEREI

Untersuchungen zur Aufzucht von Dorschen (*Gadus morhua morhua*) der Westlichen Ostsee. Teil II: Aufbau und Hälterung eines Laichfischbestandes sowie Erbrütung der gewonnenen Eier

Rearing experiments with cod (*Gadus morhua morhua*) from the Western Baltic. Part II: Broodstock and hatching methods

Martina Bleil, Institut für Ostseefischerei Rostock

In 1993 and 1994 hatching and rearing of cod eggs and larvae from the western stock was carried out aiming at data about the reproduction biology of this species. This paper describes the hatching methods and first results of the correlation between various biotic and abiotic factors, naturally fertilized eggs from a broodstock, and the amount of viable larvae.

Einleitung

Vor dem Hintergrund der bereits in Teil I (Bleil, 1994) dargestellten Prozesse zur Bestandsdynamik des Dorsches der Westlichen Ostsee erfolgten im Rahmen eines vom BML finanziell geförderten Projektes Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie des Dorsches und zur natürlichen Sterblichkeit seiner Jugendstadien. Im Gesamtkomplex der Untersuchungen zur Erbrütung und Aufzucht von Ostseedorschen ging es in der hier zu beschreibenden Untersuchungsphase darum, Grundlagen zur Technologie der Gewinnung von entwicklungsfähigem Eimaterial, zur Befruchtung, zur Erbrütung und zur Larvenhälterung unter den durch den Standort der Aufzuchtanlage vorgegebenen Bedingungen zu erarbeiten, um für weiterführende Untersuchungen das notwendige Probenmaterial bereitstellen zu können.

Die Methoden der Gewinnung und Befruchtung von entwicklungsfähigem Eimaterial wurden bereits im Teil I (Bleil, 1994) dargestellt und diskutiert. Im hier vorliegenden 2. Teil sollen nun fortführend Beobachtungen zum Verlauf des Laichprozesses eines unter kontrollierten Bedingungen gehälterten Dorsch-Laicherbestandes sowie Untersuchungen zur Erbrütung der gewonnenen Eier dargestellt werden.

Material und Methoden

Die praktischen Arbeiten zur Aufzucht der Dorsche fanden in der marinen Aquakulturanlage „BUTT“ in Strande bei Kiel statt. Die Untersuchungen, basierend auf einem eigenen Laicherbestand, fanden im Zeitraum von November 1993 bis August 1994 statt. Von April bis August 1993 konnten bereits erste Untersuchungen an Embryonen, die aus Forschungsanlagen in Schweden und Dänemark ebenfalls der natürlichen Befruchtung entstammten, vorgenommen werden.

Aufbau und Hälterung des Laichfischbestandes

Fang und Transport von lebenden Dorschen

Die zukünftigen Laichdorsche wurden im Seegebiet der Mecklenburger Bucht gefangen. Es war somit notwendig, eine Möglichkeit zu finden, die Tiere über einen längeren Zeitraum zu sammeln und zwischenzuhältern, um für den Transport in die Anlage eine hinreichend große und damit gut strukturierte Gruppe zusammenzustellen. Dazu wurde von einem Mitarbeiter des IOR ein schwimmendes Solitärgehege konstruiert und gebaut (Mieske, unveröff.). Dieses Gehege weist eine Größe von 25 m³ bei einer Tiefe von 3 m auf und wurde für die Dauer des Untersuchungszeitraumes als Zwischenhälter im Mündungsbereich der Warnow verankert. Dieser Standort wurde gewählt, da die zu erwartenden hydrographischen Bedingungen denen im Fanggebiet entsprechen.

Untersuchungen zur optimalen Fangmethode ergaben, daß die Schleppnetzfisherei mit einer maximalen Schleppgeschwindigkeit von 3,2 kn und die Anwendung der Seitenfangtechnologie (FFK „Clupea“) höhere Überlebensraten erbringen als der Einsatz von 3,5-4,0 kn schleppenden Heckfängern. Unmittelbar nach Beendigung des Hols und Öffnung des Steertes erfolgte das Aussortieren der Dorsche und das Einsetzen in den Transportbehälter, von dem aus die Tiere in den Zwischenhälter eingesetzt wurden.

Für den Transport der Dorsche von Rostock-Warnemünde in die Marikulturanlage nach Strande bei Kiel wurde ebenfalls FFK „Clupea“ genutzt. Der hierfür an Bord installierte Transporthälter mit einem Volumen von 1 m³ konnte während des gesamten Transportzeitraumes im Durchflußsystem (2400 l/h) mit Ostseeoberflächenwasser versorgt werden.

Beschreibung der Hältereinrichtung

Die Hälterung der Dorsche erfolgte in Rundbecken mit einem Durchmesser von 4,6 m und einer Wassertiefe von 60 cm. Die Wasserversorgung erfolgt im Durchfluß (1,5 m³/h) unter Umgehung des

Wärmetauschers direkt aus einem Hochtank. Damit konnten die Tiere bei Temperaturen und Salzgehalten gehältert werden, die denen im natürlichen Verbreitungsgebiet adäquat waren. Jeweils zwei Tage nach dem Einsetzen der Dorsche in die Hälterbecken wurde mit der Fütterung begonnen. Gefüttert wurde mit gefrostenem Sprott. Das Futter wurde regelmäßig alle 2 Tage in einer Menge von 3 kg für den gesamten Laicherbestand verabreicht und von den Tieren angenommen. Mit Beginn der Laichzeit wurde die Fütterung eingestellt. Damit sollte eine Verschmutzung des Wassers mit Futterresten, Faeces und Fett verhindert werden, um so die Gewinnung sauberer Eier zu gewährleisten.

Eigewinnung

Die Gewinnung der abgelaichten Eier erfolgte entsprechend der in Bleil (1994) beschriebenen Methode. Von den gesammelten Eiern wurden täglich das Gesamtvolumen, die Befruchtungsrates, Eigröße und das Entwicklungsstadium bestimmt. Die befruchteten Eier wurden anschließend in die Erbrütungsseinheiten eingebracht.

Erbrütung

Erbrütung im Kreislauf

Dorsche produzieren pelagische Eier, für deren Erbrütung spezielle Bruteinheiten notwendig sind, die das Schweben der Eier an der Oberfläche ermöglichen. Vorhandene Inkubatoren konnten nicht genutzt werden. Es war erforderlich, neue Bruteinheiten zu konstruieren. Hierzu erschien ein Rundbecken mit einem Volumen von 1800 l (2 m Durchmesser, 70 cm Wassertiefe) geeignet. In dieses Becken wurden 5 Zylinder mit einem Volumen von jeweils 10 l (K), die in einen Schwimmrahmen eingehängt wurden, eingebracht (Abb. 1). Da im Verlauf des Aufzuchtzyklus 1994 durch das Ablichten des Laicherbestandes große Eimengen geerntet werden konnten, wurden in das Erbrütungsbecken zusätzlich größere Brutzyylinder (80 l), die in gleicher Weise aufgebaut waren, eingehängt (K*).

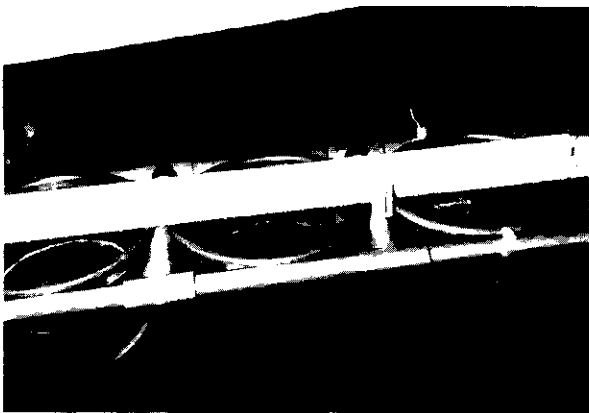


Abb. 1: Erbrütung im Kreislauf
Fig. 1: Hatchery in recirculating system

Der Boden der Zylinder war mit Gaze der Maschenweiten 100-300 μ m bespannt. Ebenso wurden im oberen Bereich der Zylinder Gaze-„Fenster“ eingebracht, die einen Austausch des Oberflächenwassers ermöglichten. Die Zylinder waren über eine Rinne miteinander verbunden, die kontinuierlich über einen Airlift mit dem umgebenden Beckenwasser gefüllt wurde.

Im Verlauf der ersten Erbrütungsexperimente ist dieses Wasser über Schläuche unterhalb der Oberfläche in die schwimmenden Zylinder eingeleitet worden. Es zeigte sich jedoch, daß bei dieser Versuchsanordnung die fast unbewegt an der Oberfläche der Zylinder schwebenden Embryonen zu Verpilzungen neigten. Aus diesem Grunde mußte die Anordnung verändert und das Zulaufwasser über Bohrungen in der Rinnenunterseite direkt auf die Oberfläche der Erbrütungsgefäße aufgetropft werden. Anzahl und Anordnung dieser Bohrun-

Im Verlauf der ersten Erbrütungsexperimente ist dieses Wasser über Schläuche unterhalb der Oberfläche in die schwimmenden Zylinder

gen ist im Verlauf der Experimente mehrfach verändert worden, bis eine optimale Frischwasserzufuhr und eine geeignete Strömung zur Durchmischung der Eier erreicht war.

Für die Erbrütung wurde das Becken mit gefiltertem und keimreduziertem Ostseewasser befüllt. Die Temperierung erfolgte mittels Tauchkühler. Der Salzgehalt wurde durch Zugabe von künstlichem Seesalz eingestellt und über den gesamten Zeitraum der Erbrütung konstant gehalten. Um eine gleichbleibend gute Qualität zu sichern, mußte das Beckenwasser im Bypass über einen Ozon-Eiweißabschäumer geleitet werden. Für alle Experimente wurde der Sauerstoffgehalt durch kontinuierliche Belüftung mit Druckluft im Sättigungsbereich gehalten. Gleichzeitig wurde so eine gute Durchmischung erreicht. Abgestorbene und abgesunkene Eier sind täglich mit einem Schlauch abgesaugt und volumetrisch erfaßt worden. Das Erbrütungsbecken war zu 1/3 abgedeckt und hatte keine eigene Beleuchtung. Ergänzend zu dieser Methodik wurden in einem Ansatz Eier in einem 80-l-Becken mit stehendem Wasser erbrütet. Hier erfolgte lediglich alle 2-3 Tage ein Wasserwechsel (K2).

Erbrütung im Durchfluß

Zusätzlich zu den Erbrütungsbecken mit geschlossenem Wasserkreislauf wurde 1994 der Versuch unternommen, Eier im Durchfluß zu erbrüten. Hierzu wurden 120-l-Becken mit einem konischen Bodenansatz von unten mit Ostseewasser durchströmt. Das Wasser wurde aus den Zuleitungen der Laichfischhälter entnommen. Damit war gesichert, daß zwischen Befruchtungsbecken (Laichfischhälter) und Erbrütungseinheit immer annähernd gleiche Salzgehalts- und Temperaturbedingungen herrschten. Ein Rohrabschnitt mit Gazebespannung (Maschenweite 800 µm) diente als Ablauf für das Oberflächenwasser (D). Das aus diesem Konusbecken abfließende Wasser wurde in nachfolgende am Boden stehende Behälter mit einem Fassungsvermögen von 60 l geleitet. Diese Becken wurden ebenfalls mit Eiern besetzt, wobei die Temperaturen in diesen Erbrütungseinheiten jeweils um 0,5-1,0 °C höher lagen als in den Konusbecken (D2).

Im Verlauf der Erbrütung erfolgte die regelmäßige Bestimmung der Entwicklungsstadien der Eier, die Messung der Eigroßen sowie die Bestimmung von Feucht- und Trockengewichten. Für die Stadienbestimmung wurden Tabellen von Thompson et.al. (1981) und Wieland (1988) verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Laichprozeß und Befruchtungsraten

Laichprozeß

Die im November 1993 in die Anlage eingesetzten Dorsche begannen am 10.03.94 mit der Abgabe reifer Geschlechtsprodukte. Der Laichprozeß erstreckte sich über einen Gesamtzeitraum von 48 Tagen. Es wurden insgesamt 31,21 reife Eier abgegeben, was einer Anzahl von ca. 10,9 Millionen Eiern entspricht (Tab. 1). Der Umfang der täglichen Entnahmen lag bei durchschnittlich 650 ml. Geht man davon aus, daß der Laichprozeß von insgesamt 25 Weibchen der Altersgruppen 3-5 im Längenbereich von 40-73 cm getragen wurde, so heißt das, daß jedes Weibchen durchschnittlich 400 000 reife Eier abgelaicht hat.

Tab. 1: Eiproduktion des Dorsch-Laicherbestandes 1994
 Tab. 1: Egg production broodstock 1994

Tag	Monat	T(°C)	S(%)	Eimenge ml	Befr.Rate %	Tag	Monat	T(°C)	S(%)	Eimenge ml	Befr.Rate %
10	März	6,6	17	180	4,8	1	April	6,7	19	1050	35,5
11		6,6	17	110	2,5	2		6,1	22	900	55,0
12		5,9	16	120	1,0	3		6,6	21	450	63,0
13		5,0	16	500	0,8	4		6,3	22	400	48,0
14		5,4	16	180	2,8	5		6,3	22	1050	40,6
15		5,5	16	400	6,6	6		6,0	22	220	42,0
16		5,5	17	600	29,1	7		6,1	21	980	7,3
17		5,3	17	900	35,9	8		6,2	21	1400	40,1
18		4,9	17	200	34,0	9		6,4	21	410	71,1
19		5,1	18	310	7,0	10		6,3	21	325	54,0
20		5,1	18	2000	19,8	11		5,7	22	900	64,5
21		5,2	18	400	22,5	12		5,8	22	1270	40,4
22		5,7	17	450	22,0	13		6,8	21	750	43,3
23		6,1	17	1000	27,0	14		6,3	20	850	56,8
24		6,2	19	1300	23,0	15		6,3	19	270	55,6
25		6,3	19	900	58,0	16		7,1	21	700	52,4
26		6,3	18	1200	73,5	17		7,4	18	800	30,9
27		6,1	18	900	68,0	18		8,3	15	800	29,0
28		7,0	17	1100	68,0	19		7,5	14	650	26,9
29		7,5	17	750	70,8	20		7,6	15	0	0
30		6,6	18	1050	74,3	21		7,8	15	350	9,1
31		7,0	19	600	23,0	22		8,2	16	400	21,5
						23		8,8	15	200	22,7
						24		9,8	16	550	5,7
						25		10,2	17	150	7,9
						26		9,8	18	210	1,6

Bei Betrachtung von Tabelle 1 und Abbildung 2 fällt auf, daß die täglich abgegebenen Eimengen stark schwanken (0 ml - 2000 ml). Es deuten sich, wie auch aus der Literatur bekannt, einzelne Laichschübe an. Dieses Bild wird bei gleichzeitiger Betrachtung der Befruchtungsraten noch deutlicher. Da es sich bei den vorliegenden Untersuchungen um einen aus mehreren Individuen bestehenden Laicherbestand handelt, ist es nicht möglich exakt festzulegen, welches Weibchen wieviel Eiportionen, in welchem Umfang und mit welcher Qualität produziert hat. Um diese Frage zu beantworten, sind weiterführende Untersuchungen erforderlich.

Die Analyse der Laichtiere nach Beendigung des Ablai chprozesses zeigte, daß nicht alle laichreifen weiblichen Tiere am Laichprozeß teilgenommen hatten. Insgesamt 21,2 % der Weibchen hatten, obwohl im Reifezustand 5/6 (lt. 8stufiger Skala von Maier (1908)), keine Eier abgegeben. Während an einigen Tieren äußerlich sichtbare Erkrankungen bzw. Verwachsungen der Gonade diagnostiziert werden konnten, erscheint es für 57 % dieser Weibchen unklar, warum die herangereiften Eier nicht abgegeben wurden. Diese Frage ist umsomehr von Interesse, da zu klären ist, ob ähnliche Prozesse auch im Wildfischbestand zu beobachten sind und dort zu einer Verringerung des Reproduktionspotentials führen.

Befruchtungsraten

Aus Tabelle 1 geht hervor, daß im Verlauf der Laichsaison die Befruchtungsraten stark schwanken. Es zeigt sich, daß Beginn und Ende der Laichperiode durch niedrige Befruchtungsraten charakterisiert sind. Es lassen sich Laichschübe mit vergleichsweise hohen (>50%) Befruchtungsraten erkennen (Abb. 2).

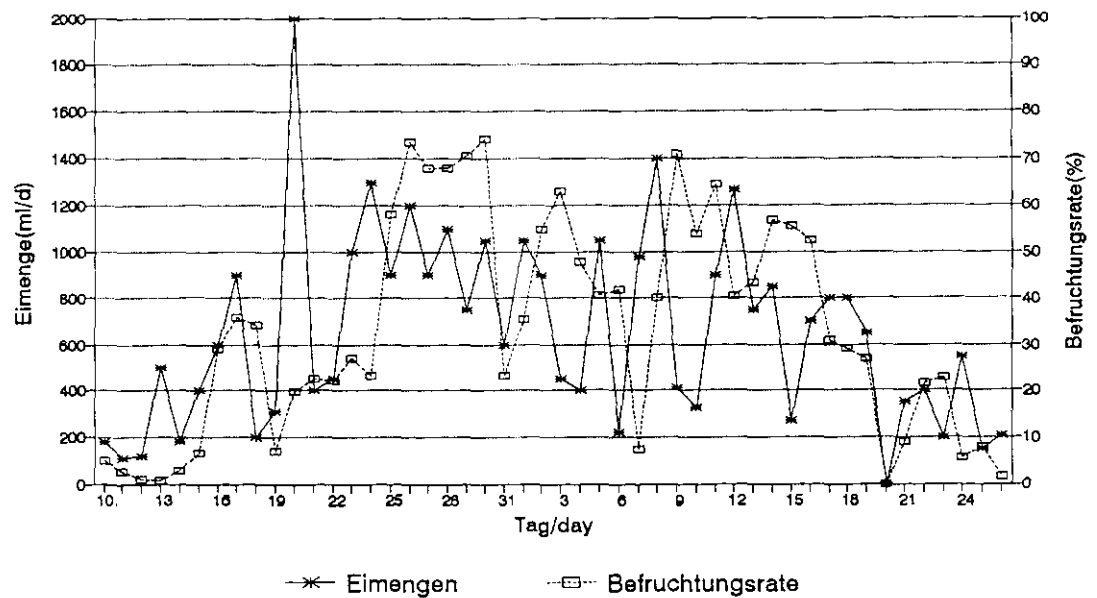


Abb. 2: Befruchtungsraten und Eimengen
 Fig. 2: Rate of fertilisation, quantity of eggs

Im Laichzeitraum steigen die Wassertemperaturen leicht an. Sie liegen nach Pickova et.al.(1992) im unkritischen Bereich. Der Salzgehalt liegt jedoch im unteren Bereich für eine erfolgreiche Befruchtung (Tab. 1; Abb. 3). Westernhagen (1970) gibt die Grenze hier mit 15 ‰ an, was von uns in zusätzlichen Befruchtungsexperimenten für das vorliegende Material bestätigt werden konnte. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, daß bei Salzgehalten unterhalb von 15 ‰ die Eiablage völlig eingestellt wurde (Tab.1). Es muß hier jedoch angemerkt werden, daß das Absinken des Salzgehaltes unter 15 ‰ im Laicherbecken nur an einem Tag beobachtet wurde. Inwieweit es sich somit bei der beobachteten Einstellung der Eiablage nach dem Absinken des Salzgehaltes unter 15 ‰ um ein zufälliges Ereignis oder um eine charakteristische Reaktion handelt, die auch im Wildfischbestand auftritt, müssen weitere Untersuchungen klären.

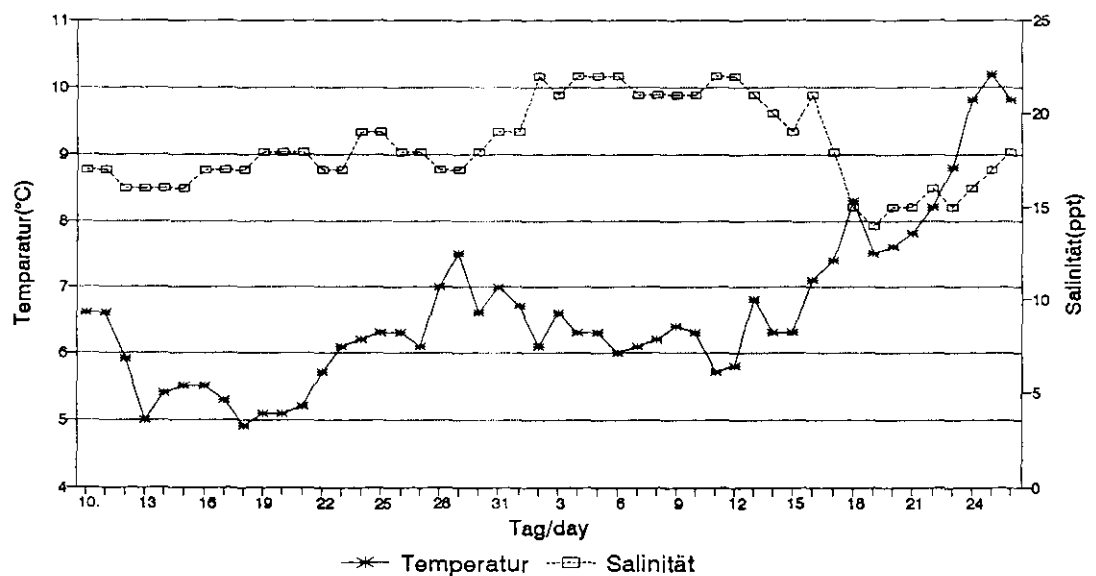
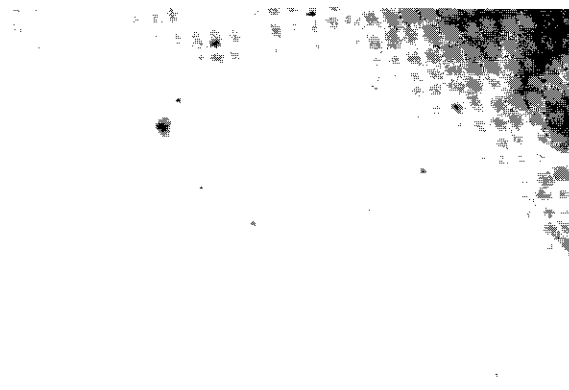


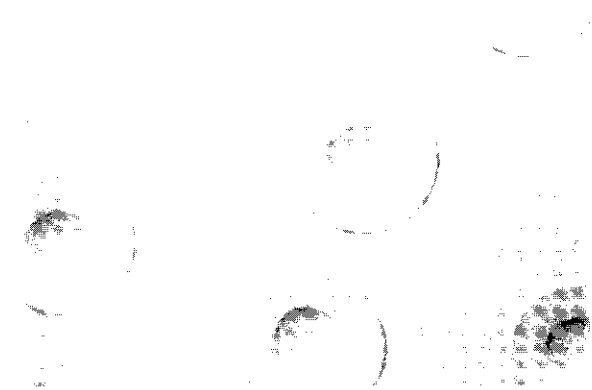
Abb. 3: Temperatur und Salinität im Laichzeitraum
 Fig. 3: Temperatur and salinity in spawning time

Verlauf und Dauer der Embryonalentwicklung

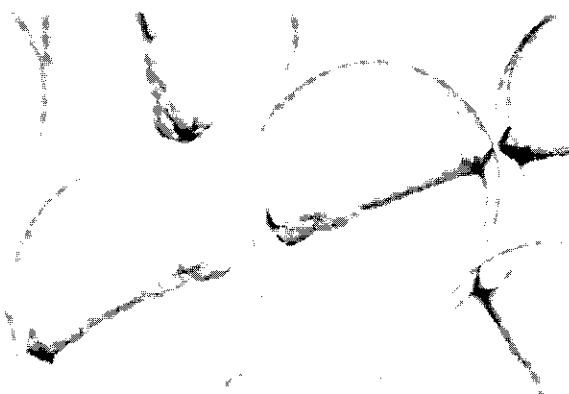
Die Dauer der Embryonalentwicklung variierte stark. Die untersuchten Eiportionen entwickelten sich in Zeiträumen von 8-17 Tagen vom frisch befruchteten Ei bis zur schlupffreien Dottersacklarve. Der Schlupfprozeß (Zeitraum zwischen dem Schlupf der ersten und der letzten Larve jeweils eines Eibatches) erstreckte sich über Intervalle von 2 bis 5 Tagen. Im Verlauf ihrer Entwicklung durchlaufen die Embryonen verschiedene Stadien. Da für die Charakterisierung des vorliegenden Materials die Stadieneinteilung nach Thompson et.al. (1981) geeignet erschien, erfolgte die Einteilung der Entwicklungsetappen in 5 Stadien. Vier der fünf Stadien sind in Abbildung 4a-d dargestellt.



a: 2-Zellstadium / 2-cell stage



b: Stadium Ia/Ib / stage Ia/Ib



c: Stadium II/III / stage II/III



d: Larve im Schlupfprozeß / hatching larvae

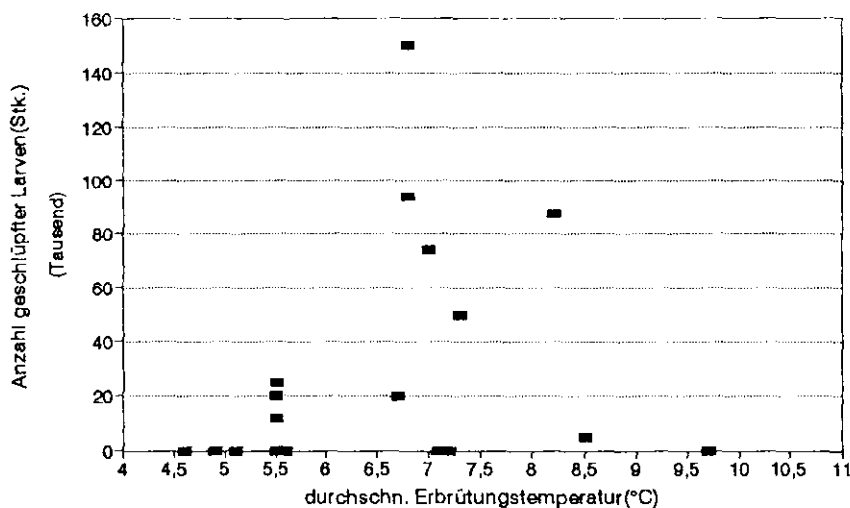
Abb. 4 Stadien der Embryonalentwicklung
 Fig. 4: Development stages of eggs

Erbrütungsparameter

Es ist bekannt, daß sowohl der Verlauf der Embryonalentwicklung als auch die Befruchtungsrates abhängig sind von einer Vielzahl biotischer und abiotischer Faktoren. Zu den biotischen Einflußfaktoren, die einerseits durch die Elterntiere vorgegeben, andererseits durch das Erbrütungsmedium auf die Embryonen übertragen werden, ist noch wenig bekannt. Zu den bekannten und in Teilaspekten bereits gut untersuchten abiotischen Faktoren zählen Temperatur sowie Salz- und Sauerstoffgehalt des Erbrütungsmediums (Apstein 1909, Westernhagen 1970, Alderdice et.al 1971, Thompson et.al. 1981, Wieland 1988, Ohldag 1991, Nissling 1994, Kjorsvik et.al. 1983, Pickova et.al. 1992).

Das Seegebiet der Westlichen Ostsee, aus dem sich die Individuen des Laicherbestandes rekrutieren, ist charakterisiert durch eine hohe Variabilität der hydrographischen Situation, die es nur euryöken Organismen erlaubt, sich erfolgreich fortzupflanzen. Nach Westernhagen (1970) muß deshalb Eimaterial aus diesem Gebiet, um zu überleben, durch einen großen Temperatur- und Salzgehaltstoleranzbereich gekennzeichnet sein. Im Bereich von 0-10 °C bei 15-42 ‰ konnte er eine erfolgreiche Embryonalentwicklung beobachten. Das Temperaturoptimum wird vom Autor mit 4-8 °C bei 20-33‰ angegeben. In den Bereichen darunter und darüber ist mit hohen Mißbildungs- und Mortalitätsraten zu rechnen, wobei mit fortschreitender Embryonalentwicklung die Temperaturtoleranz zunimmt. Es wird darauf hingewiesen, daß Temperatur und Salzgehalt als sich wechselseitig bedingende Faktoren immer gemeinsam zu betrachten sind (Westernhagen, 1970).

Auf der Basis dieser Zusammenhänge und in Anlehnung an zeitgleiche Messungen auf den Laichplätzen im natürlichen Verbreitungsgebiet sind Temperatur- und Salzgehaltsbereiche für die vorliegenden Erbrütungsexperimente im Kreislauf gewählt worden. Bei einer Sauerstoffsättigung um 100 % wurde im Temperaturbereich von 4,5-5,6 °C und 17-32 ‰ Salzgehalt gearbeitet und Eier zur Entwicklung gebracht. Die Erbrütung im Durchfluß erfolgte, den Temperatur- und Salzgehaltsverhältnissen der Kieler Bucht entsprechend, im Bereich von 5,5-9,3 °C bei 14-22 ‰ Salzgehalt.



Die Auswertung der Versuche zeigt, daß aus Eiportionen, die bei durchschnittlichen Erbrütungstemperaturen von 5,5-8,5 °C gehältert wurden, lebensfähige Larven schlüpfen (Tab. 2; Abb. 5), wobei kurzzeitig bis auf 9,3 °C ansteigende Temperaturen die embryonale Entwicklung nicht negativ beeinflussen.

Abb. 5: Larvenschlupf in Abhängigkeit von der Erbrütungstemperatur
Fig. 5: amount of larvae/temperature of breeding



Abb. 6: Larve mit typischer Wirbelsäulenverkrümmung

Fig.: Larvae with typical backbone deformation

In einem zusätzlichen Temperaturversuch (K2T) mit einer durchschnittlichen Erbrütungstemperatur von 9,7 °C (9,8-11,2 °C) wurde beobachtet, daß sich die Embryonen zwar scheinbar normal entwickelten, alle geschlüpften Larven jedoch starke Wirbelsäulenverkrümmungen aufwiesen (Abb. 6). Dieser Defekt konnte ebenfalls beobachtet werden beim Versuch der Temperaturadaption von Embryonen des Stadiums IV, bei dem die Erbrütungstemperatur über einen Zeitraum von 12 h von 5 °C auf 11 °C erhöht wurde.

Tab. 2 Eigewinnung und Erbrütung 11.03.-15.04.1994; Laicherbestand

Tab.2: Egg-production and hatching 11.03.-15.04.1994; broodstock

Eimenge ml	Befr.Rate %	Erbrüt.-art	BD	M (%)	T (°C)	ES (d)	EZ (St.)	LA (St.)	SR (%)
110	2,5								
120	1,0								
500	0,8	K	1330	100	4,9	0	133000	0	0
180	2,8	K	3500	100	4,6	0	35000	0	0
400	6,6								
600	29,1	K*	2200	71	5,5	17	175000	12000	6,8
900	35,9								
200	34,0	K	7000	57	5,5	16	70000	20000	28,6
310	7,0								
2000	19,8	D	5800	75	7,0	12	700000	74200	10,6
400	22,5								
450	22,0								
1000	27,0	K2T	1750	82	9,7	9	140000	0	0
1300	23,0	D2	6400	67	7,2	15	385000	0	0
900	58,0								
1200	73,5	K	10500	30	5,5	16	210000	0	0
900	68,0								
1100	68,0	D	2600	71	6,8	13	315000	150000	47,6
750	70,8	D2	3200	68	6,8	14	192500	94000	48,8
1050	74,3	K*	2200	43	5,5	14	175000	n.b.	n.b.
600	23,0								
1050	35,5								
900	55,0	K	10500	22	5,5	15	210000	25000	11,9
450	63,0								
400	48,0	K2	1750	46	8,5	13	140000	5000	3,6
1050	40,6	D	2000	67	6,7	13	245000	20000	8,2
220	42,0								
980	7,3	K	17500	100	5,1	0	175000	0	0
1400	40,1	D2	6400	31	7,3	11	385000	50000	13
410	71,1	K	8700	28	5,5	14	87500	0	0
325	54,0								
900	64,5	K	8700	34	5,6	13	175000	n.b.	n.b.
1270	40,4	D	2500	100	7,1	0	304500	0	0
750	43,3	K*	2400	40	5,6	13	192500	n.b.	n.b.
850	56,8								
270	55,6	D2	4900	15	8,2	8	297500	87500	29,4

Erbrüt.art - Art der Erbrütung: K - Kreislauf 10-l-Zylinder

K* - Kreislauf 80-l-Zylinder

D - Durchfluß

D2 - Durchfluß in nachgeschalteten Becken

K2T - Temperaturversuch (Kreislauf)

K2 - Becken (80 l)

M - Mortalitätsrate

ES - Entwicklungszeitraum

bis zum 1.Schlupf (Tage)

BD - Besatzdichte (St./l)

LA - Larvenausbeute (St.)

SR - Schlupfrate (%)

EZ - eingesezte Anzahl befruchteter Eier

Mortalitätsraten und Larvenausbeute

Wie bereits erwähnt, erfolgte die Erbrütung der Proben einerseits im Kreislauf unter konstanten Temperatur-, Salinitäts- und Sauerstoffbedingungen, andererseits im Durchfluß und damit zu annähernd

den Bedingungen (T;S;), die zeitgleich im natürlichen Verbreitungsgebiet zu finden waren. Es gelang in beiden Systemen erfolgreich Eier zu erbrüten und Larven zum Schlupf zu bringen.

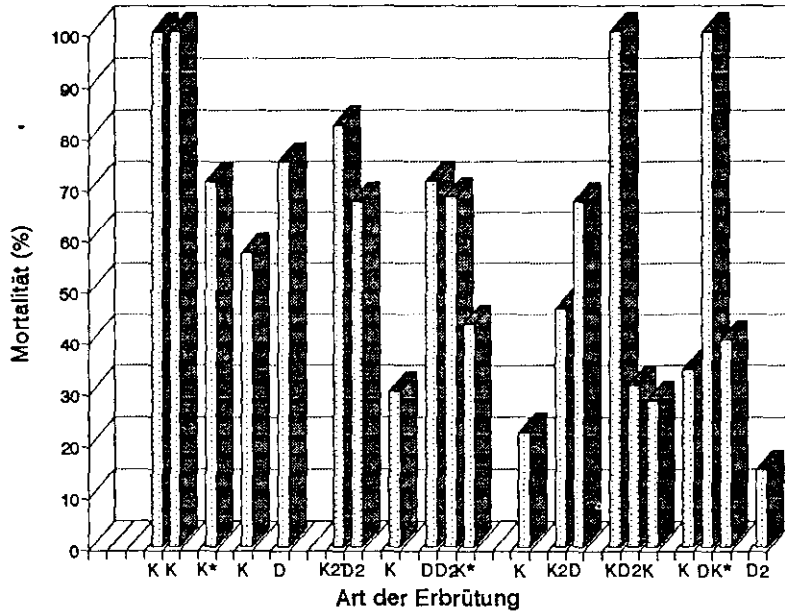


Abb. 7: Erbrütungsmortalität in Abhängigkeit von der Art der Erbrütung
 Fig. 7: Breeding mortality/method of breeding

Die Mortalitätsraten im Verlauf der Embryonalentwicklung waren hoch. Sie lagen im Aufzuchtzyklus 1994 zwischen 15-100 %, wobei die höchsten Mortalitätsraten jeweils in den ersten Entwicklungsstadien I-II/III zu verzeichnen waren. Für die im Kreislauf erbrüteten Proben wurde eine durchschnittliche Mortalität von 55,9 %, für die Eibatche aus dem Durchfluß von 61,7 % errechnet (Abb. 7) (Der Temperaturversuch K2T fand hierbei keine Berücksichtigung).

Westernhagen et.al. (1988) stellten 1983 und 1984 bei Untersuchungen an Dorscheiern, die im Seegebiet der Westlichen Ostsee gefangen wurden, Mortalitätsraten von 99,18 % und 96,39 % fest.

Aus Tabelle 2 geht hervor, daß die Mortalitätsraten der Embryonen und damit ebenfalls die Larvenschlupfraten, bezogen auf die eingesetzten Eibatche, stark voneinander abweichen. Es stellt sich somit die Frage: Sind an Hand des zur Verfügung stehenden Datenmaterials die Faktoren, die Mortalitätsrate und Larvenschlupfrate entscheidend beeinflussen, erkennbar und wenn ja, um welche Faktoren handelt es sich?

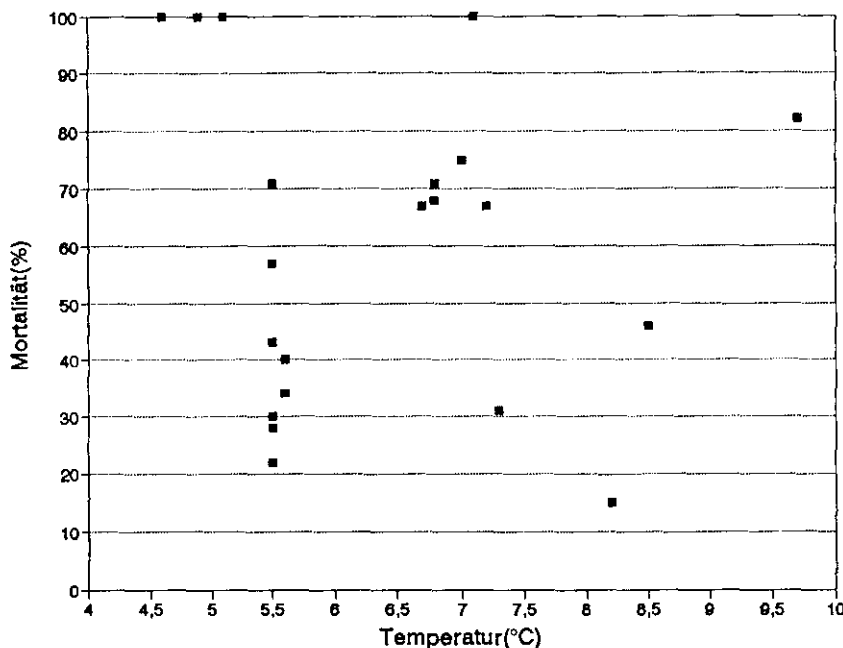


Abb. 8: Eimortalitäten in Abhängigkeit von der Erbrütungstemperatur
 Fig. 8: Mortality/breeding temperature

Zwischen durchschnittlicher Erbrütungstemperatur sowie -salinität und Mortalitätsraten der verschiedenen Eiportionen konnten im Bereich der für die vorliegenden Versuche gewählten Bereiche, die nach Westernhagen (1970) als optimal anzusehen sind, erwartungsgemäß keine direkten Korrelationen festgestellt werden (Abb. 8). Dies trifft für die

Kreislauberbrütung, wie auch für die Erbrütung im Durchfluß zu, wobei hier der kurzzeitig bis auf 14 ‰ absinkende Salzgehalt keinen erkennbar negativen Einfluß auf die Schlupfrate hat.

Vergleicht man die beiden Erbrütungsarten bezüglich der Anzahl geschlüpfter, vitaler Larven (Abb. 9; Tab. 2), so fällt auf, daß die größte Anzahl gesunder Larven aus den im Durchfluß erbrüteten Eiportionen gewonnen wurde. Aber hier, wie auch an den Proben aus dem Kreislauf, ist festzustellen, daß keine direkte Abhängigkeit zwischen der Zahl geschlüpfter Larven und der Anzahl der in die Erbrütung eingesetzten befruchteten Eier besteht (Abb. 10).

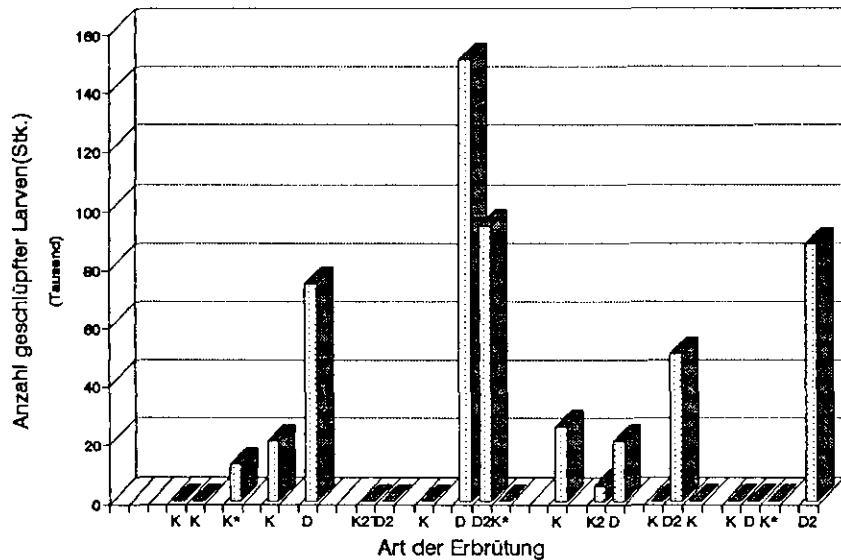


Abb. 9: Larvenschlupf in Abhängigkeit von der Art der Erbrütung
 Fig. 9: Hatching of larvae/method of breeding

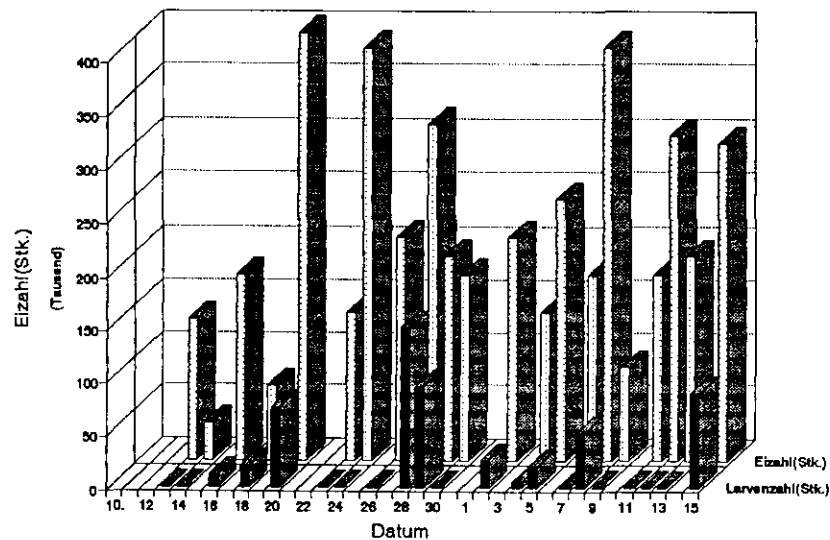


Abb. 10: Anzahl geschlüpfter Larven in Abhängigkeit von der eingesetzten Eizahl
 Fig. 10: Hatching of larvae/amount of eggs

Da die Erbrütungseinheiten unterschiedliche Volumina aufwiesen, wurde in die Auswertung zusätzlich die Besatzdichte (BD) als Eizahl pro 1 l Wasser (Abb. 11) einbezogen. Aber auch dieser Faktor erscheint für die Interpretation des Schlupfes hoher oder niedriger Larvenzahlen nicht

geeignet. Er ist jedoch insofern interessant, als er die Obergrenze möglicher Besatzdichten für Erbrütungsexperimente unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen angibt. In den vorliegenden Untersuchungen lag diese Obergrenze bei 10 000 Eiern/l. Es zeigte sich jedoch, daß bereits bei Besatzdichten > 7000 Eiern/l die Mißbildungsraten stark zunahmen.

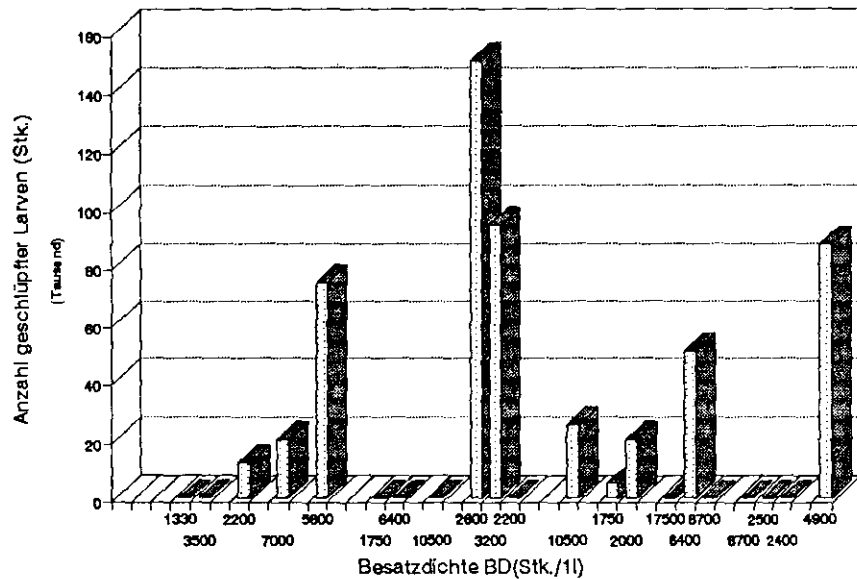


Abb. 11: Anzahl geschlüpfter Larven in Abhängigkeit von der Besatzdichte

Fig. 11: Hatching of larvae/density of eggs

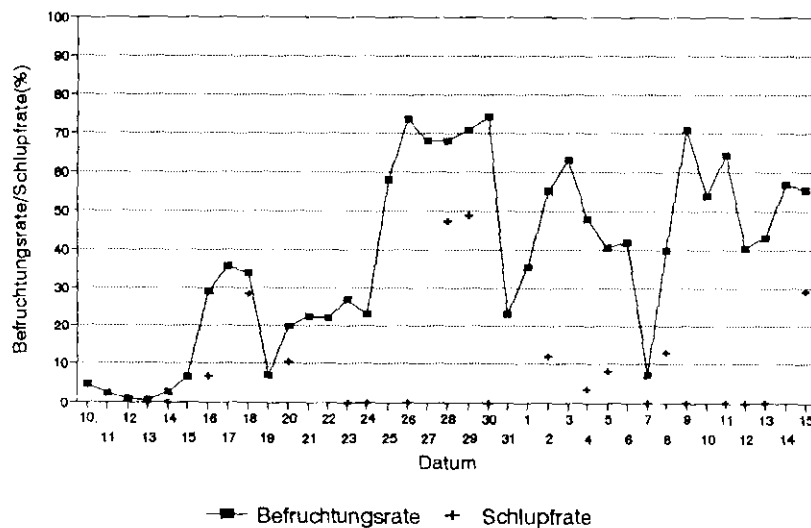


Abb. 12: Larvenschlupfrate in Beziehung zur Befruchtungsrate der jeweils in die Erbrütung eingesetzten Eiprouben

Fig. 12: Hatching of larvae/rate of fertilisation

Eindeutiger erscheint das Bild erst dann, wenn man zur Interpretation die Befruchtungsdaten der täglich vom Laicherbestand abgegebenen Eiportionen heranzieht und sie zur Schlupfrate der Larven in Beziehung setzt (Abb. 12). Es zeigt sich, daß nur solche Proben hohe Schlupfraten aufweisen, die von Eiportionen mit vergleichsweise hohen Befruchtungsdaten stammen. Wobei, wie bereits ausgeführt, für alle Proben nur der befruchtete und damit potentiell entwicklungsfähige Anteil der abgelaichten Eiportionen in die Erbrütung eingebracht wurde.

Es deutet sich somit an, daß die Larvenschlupfraten wesentlich bestimmt werden durch bereits von den Elterntieren vorgegebene Parameter. Um welche Einflußgrößen es sich hierbei handelt und in welcher Form sie Ausbildung, Reifung und Befruchtungsfähigkeit der Eier oder Spermien beeinflussen, kann beim gegenwärtigen Stand der Untersuchungen noch nicht abgeschätzt werden. Ernährungszustand, Alter, Parasitierung und Schadstoffbelastung der Elterntiere könnten hier in Betracht kommen und werden u.a. Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Es gibt zu diesem Problemkreis bisher auch international wenig Erkenntnisse. So wird von Kjorsvik et.al. (1990) ausgeführt, daß der „definition of egg quality“ im Hinblick auf die Abschätzung des Reproduktionspotentials von Laichfischbeständen in Aquakulturanlagen, aber auch des Wildfischbestandes, große Bedeutung zukommt. Er gibt an, daß dieser Komplex speziell bei marinen Portionslaichern wie dem Dorsch bisher wenig untersucht ist und besonders kompliziert erscheint. Der Kenntnisstand zum Ovulationsrhythmus und zu den „overripening processes“ ist noch gering. Ebenso ist bisher wenig bekannt zum unmittelbaren Einfluß von Umweltfaktoren auf den Reifungsprozeß von Geschlechtsprodukten und auf den Laichprozeß. Derartige Untersuchungen sind im Labormaßstab nicht durchführbar. Sie erfordern die Hälterung von Laichtieren unter kontrollierten Bedingungen. Dies ist wiederum nur möglich, wenn die technischen Voraussetzungen einer marinen Aquakulturanlage genutzt werden können.

Zusammenfassung

Es ist erstmalig in Deutschland gelungen, einen Dorschlaicherbestand zu hälternd und über einen Zeitraum von 6 Wochen zum natürlichen Ablachen zu bringen. Damit konnte die kontinuierliche Gewinnung von entwicklungsfähigem Eimaterial guter Qualität gesichert werden. Im Verlauf der Untersuchungen konnten erfolgreiche Erbrütungstechnologien unter konstanten Bedingungen (Kreislauf) und unter naturnahen Bedingungen (Durchfluß) entwickelt werden. Neu war hierbei, daß es möglich ist, am beschriebenen Standort Dorschembryonen im Durchfluß und damit unter wechselnden Temperatur- und Salzgehaltsbedingungen und bei ständiger Bewegung der Eier mit gutem Erfolg zu erbrüten. Dies ist umso wichtiger, da damit der Grundgedanke des Projektes, die Fortpflanzungsbiologie unter naturnahen Bedingungen zu analysieren, um die gewonnenen Ergebnisse auf den Wildfischbestand übertragen zu können, konsequent weiter verfolgt werden kann. Weiterhin konnten Informationen zur Dauer und zum Verlauf der Embryonalentwicklung sowie zu den Einflußfaktoren gesammelt werden. Es hat sich gezeigt, daß der „Elterntierfaktor“ wesentlich die Schlupfraten der Larven bestimmt.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, daß hiermit Basisdaten erarbeitet wurden, die es ermöglichen, zukünftig gezielte ökologische Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie des Dorschbestandes der Westlichen Ostsee und auch angrenzender Seegebiete durchzuführen.

Literatur

- Apstein, C.: Die Bestimmung des Alters pelagisch lebender Fischeier. Mitt.dt.Seefisch.-Ver. 25, 364-373, 1909.
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.

- Kjorsvik, E.; Lønning, S.: Effects of egg quality on normal fertilisation and early development of the cod, *Gadus morhua* L. J. Fish Biol. 23, 1-12; 1983.
- Kjorsvik, E.; Magnor-Jensen, A.; Holmefjord, I.: Egg quality in fishes. Adv. Mari. Biol., 26, 1990.
- Nissling, A.; Kryvi, H.; Vallin, L.: Variationen in egg buoyancy of Baltic cod *Gadus morhua* and its implications for egg survival in prevailing conditions in the Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 110: 67-74, 1994.
- Ohldag, S.: Der Einfluß von Sauerstoffmangel auf die Entwicklung von Dorscheiern. Diplomarbeit, Kiel; 1991.
- Pickova, J.; Larsson, P.-O.: Rearing experiments with cod. Comparison between Baltic cod and Skagerrak Coastal cod. ICES C.M. 1992/F:12.
- Thompson, B.M.; Riley, J.D.: Egg and larval development studies in the North Sea cod (*Gadus morhua* L.). Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer., 178, 553-559, 1981.
- v. Westernhagen, H.; Detlefsen, V.; Cameron, P.; Berg, J.; Fürstenberg, G.: Developmental defects in pelagic embryos from the Western baltic. Helgoländer Meeresunters. 42, 13-36, 1988.
- v. Westernhagen, H.: 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.
- Wieland, K.: Distribution and mortality of cod eggs in the Bornholm Basin (Baltic Sea) in May and June 1986. Kieler Meeresforsch. H. 6, 331-340, 1988.

FISCHEREITECHNIK

Einfluß von Anlagen der Offshore-Industrie auf die Fischerei in der Nordsee

The influence of offshore installations on the North Sea fishery

K. Lange, Institut für Fischereitechnik, Hamburg

From the beginning of the oil and gas exploration in the North Sea the impact of offshore installations, especially pipelines, on the fishery has been thoroughly discussed and investigated. Since fishing activities in the vicinity of pipelines are not prohibited, special precautions have to be taken to prevent towed fishing gear from being fouled by a pipeline. Until now all recommendations for the installation of pipelines are based on the results of tests with trawls crossing one pipeline. New problems will arise if parallel pipelines are installed as planned in the near future.

Die Erschließung der Öl- und Gasfelder in der Nordsee hat zu Beeinträchtigungen der Fischerei in diesem Seegebiet geführt, bis hin zu einem vollständigen Verbot jeglicher fischereilicher Tätigkeit innerhalb einer Sicherheitszone um die Bohrinselfen. Darüber hinaus bilden die Pipelines, die die einzelnen Felder miteinander verbinden bzw. zu Landstationen in den Nordsee-Anrainerstaaten führen, für die Schleppnetzfisherei eine ernsthafte Behinderung, auch wenn kein Sicherheitsabstand von den Leitungen eingehalten werden muß, und die Betreibergesellschaften der Pipelines durch die Genehmigungsbehörden i. a. verpflichtet werden bei der Kollision eines Schleppnetzgeschirrs mit einer Leitung Schäden an Schiff und Fanggeschirr zu ersetzen sowie keine Regreßansprüche im Fall einer Beschädigung der Leitung zu stellen.