

Die Reproduktion von Dorsch (*Gadus morhua* L. und *Gadus morhua callarias* L.) in der Ostsee unter besonderer Berücksichtigung der Arkonasee

Teil I: Allgemeiner Verlauf des jährlichen Reifeprozesses und der Laichaktivitäten in den verschiedenen Gebieten

Reproduction of cod (*Gadus morhua* L. and *Gadus morhua callarias* L.) in the Baltic Sea with special regard to the Arkona Sea

Part I: Generalized annual progression of the maturity development and the spawning activities in the different areas

Martina Bleil; Rainer Oeberst

Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Ostseefischerei, An der Jägerbäk 2, 18069 Rostock, Germany
martina.bleil@ior.bfa-fisch.de

Die wirtschaftlich bedeutendste Fischart der Ostsee ist der Dorsch. Er wird von allen Ostseeanrainerstaaten stark genutzt. Die „wissenschaftliche Empfehlung“ des ICES zum Management des Ostseedorschs basiert auf der jährlichen Abschätzung von zwei separaten Dorschbeständen, dem westlichen Bestand (Beltseebestand) der Gebiete 22 und 24, sowie dem Bestand der zentralen Ostsee (Ostseebestand) der Gebiete 25 – 32. Diese beiden Bestände unterscheiden sich u. a. durch ihre unterschiedlichen Laichzeiten. Es können zwei Laichertypen unterschieden werden: die Frühjahrslaicher in der westlichen Ostsee mit einer zeitlich stabilen und relativ kurzen Hauptlaichzeit im März/April und die Sommerlaicher der Arkonasee und der Bornholmsee mit einer ausgedehnten Hauptlaichperiode von Juni bis September. Die Hauptlaichaktivitäten finden in der Arkonasee und der Bornholmsee jeweils im Sommer statt; die Laichaktivitäten im Frühjahr sind nur gering. Das wiederum bedeutet, dass die Arkonasee als Laichgebiet eher für die Reproduktion des Bestandes der zentralen Ostsee als für den Bestand der westlichen Ostsee von Bedeutung ist.

Einleitung

Für das Management des Dorsches in der Ostsee wird jährlich vom ICES eine „wissenschaftliche Empfehlung“ auf der Basis der getrennten Abschätzung von zwei Beständen erarbeitet. Hierbei werden die Tiere der westlichen Ostsee (ICES Gebiet 22) und der Arkonasee (ICES Gebiet 24) zum westlichen Bestand (Beltseebestand, *Gadus morhua* L.) zusammengefasst. Die Dorsche der Seegebiete Bornholmsee bis Gotlandsee (ICES Gebiete 25–32) werden als Bestand der zentralen Ostsee (Ostseebestand, *G. morhua callarias* L.) berechnet. Auf dieser Grundlage erfolgt durch den IBSFC die Festsetzung des TAC (Total allowable catch). Dieser TAC bezog sich bis zum Jahr 2003 auf die Gesamtheit der Dorsche in der Ostsee. Seit 2004 werden getrennte TAC festgelegt.

Die Individuen dieser beiden Bestände unterscheiden sich voneinander in verschiedenen meristischen und morphometrischen Parametern (Fender 1961; Berner und Vaske 1985; Berner und Müller 1989; Müller 1999, 2002), aber auch im reproduktiven Verhalten:

Abstract

Reproduction of cod (*Gadus morhua* L. and *Gadus morhua callarias* L.) in the Baltic Sea with special regard to the Arkona Sea.

Part I: Generalized annual progression of the maturity and the spawning activities in the different areas

From 1993 to 2003 special surveys were conducted to analyse temporal and spatial aspects of the spawning activities of cod in the Baltic Sea. The ICES advice for cod in the Baltic Sea is based on yearly stock assessments of two separate stocks: the western (SD 22 – 24) and the eastern stock (SD 25 – 32). Both stocks are characterized by different spawning seasons. The general progression of the maturity suggests that two types of development can be distinguished. In the western Baltic Sea (SD 22) the maturity development is temporal stable, with a relative short, main spawning period from March to April - **spring spawner**. In the Arkona Sea and Bornholm Basin the main spawning season starts in June and probably finishes in September - **summer spawner**. The proportion of spawners in summer is significantly higher than in spring in the Arkona Sea and Bornholm Basin. This again underlines the importance of the Arkona Sea for the reproduction success of the eastern Baltic cod stock. The analysis furthermore shows, that the proportion of male spawners was significantly higher than the proportion of female spawners in all areas and the investigated months. This observation suggests that the reproductive success is only limited by the number of female cod which participates in the spawning process.

- **Laichzeit** (Kändler 1944; Berner 1960; Thurow 1970; Berner und Vaske 1981; Berner 1985; Bagge et al. 1994; Tomkiewicz und Köster 1999; Wieland et al. 2000; Bleil und Oeberst 1997, 2000, 2002, 2004),
- **Laichgebiet** (Kändler 1944; Thurow 1970; Aro 1989; Bleil und Oeberst 1997; 2000, 2004; Wieland et al. 2000),
- **Salinitätstoleranz** der Geschlechtsprodukte (Befruchtungsfähigkeit, Schwebfähigkeit) (Westernhagen 1970; Nissling und Westin 1997; Vallin et al. 1999a,b; Vallin und Nissling 2000).

Seit dem Jahr 2003 wird der Zustand beider Bestände als „... outside of safe biological limits ...“ (ACFM Report 2003) eingeschätzt. Für den Beltseebestand ist diese Charakteristik seit 2003 neu, noch ein Jahr zuvor wurde der Zustand als zufriedenstellend bezeichnet.

Für den Ostseebestand gibt es bereits seit einigen Jahren gezielte Schutzmaßnahmen, wie das Laichschongebiet im Bornholmbecken. Auch das allgemeine, für die gesamte Ostsee geltende, Sommerfangverbot für Dorsch stellt für die Erhaltung dieses Bestandes eine sinnvolle Maßnahme dar, da es die ungehinderte Zu- und Abwanderung von Laichern zu bzw. von den Laichgebieten und das Laichen in der Bornholmsee und weiter östlich in den Sommermonaten ermöglicht. Für den Beltseebestand existieren demgegenüber seit diesem Jahr gezielte Maßnahmen.

Als Gründe für den dramatischen und anhaltenden Rückgang des Ostseedorsches werden einerseits ein zu hoher fischereilicher Druck, andererseits aber das Ausbleiben starker Nachwuchsjahrgänge durch den deutlichen Rückgang des Reproduktionserfolges angegeben. Das einzige Laichgebiet, das für den Ostseebestand einen regelmäßigen Reproduktionserfolg in den zurückliegenden 10 Jahren erbrachte, war das Bornholmbecken (Köster et al. 2003). Die Hauptlaichaktivitäten in diesem Gebiet fluktuieren. Sie finden gegenwärtig jeweils in den Sommermonaten statt (Wieland et al. 2000).

Der Beltseebestand laichte in den zurückliegenden Jahren regelmäßig in der Kieler Bucht, dem Fehmarn Belt und der Mecklenburger Bucht. Hier finden die Hauptlaichaktivitäten jeweils im Frühjahr statt (Bleil und Oeberst 2002). Die Mecklenburger Bucht ist im Osten lediglich durch die Darßer Schwelle von der Arkonasee (ICES Gebiet 24) getrennt, die wiederum im Osten an die Bornholmsee (ICES Gebiet 25) grenzt (Abb. 1). Die Arkonasee war in den zurückliegenden Jahren fischereilich von nicht unbedeutender Bedeutung (Abb. 2).

Die in diesem Gebiet gefangenen Dorsche werden bei der jährlichen Abschätzung der Bestände dem Beltseebestand zugerechnet. Es ist aus der Literatur (Berner 1960, 1985; Berner und Vaske 1985; Otterlind 1985; Berner und Müller 1989, 1990; Müller 1994, 1999; Oeberst

2001) jedoch bekannt, dass dieses Gebiet ein temporäres Vermischungsgebiet beider Bestände darstellt.

Analysen in den zurückliegenden 10 Jahren haben darüber hinaus ergeben, dass in der Arkonasee zeitlich sehr ausgedehnte Laichaktivitäten von Dorschen zu beobachten sind (Bleil und Oeberst 2002). Derartige Laichaktivitäten werden punktuell auch für historische Zeiträume beschrieben (Kändler 1944; Berner 1960, 1985; Berner und Müller 1989; Müller 1994).

Im vorliegenden Artikel soll für den Zeitraum 1992 bis 2003 untersucht werden:

- Welche Bedeutung die Arkonasee als Laichgebiet für Dorsche hat.
- In welchem Zeitraum hier reproduktive Aktivitäten stattfinden.
- Ob über die zeitliche Analyse dieser reproduktiven Aktivitäten eine Zuordnung zu den Beständen möglich ist.
- Ob die bisher in der Literatur postulierte Aussage zur „ökologischen Barriere“, die eine reproduktive Vermischung der Bestände verhindert, weiterhin aufrecht erhalten werden kann.

Im Teil I soll eine Beschreibung des generellen Verlaufes des jährlichen Reifeprozesses und der Laichaktivitäten von Dorschen in den verschiedenen Seegebieten erfolgen. Teil II wird dann die Ergebnisse der statistischen Analysen zum Anteil reproduktiv aktiver Dorsche in den verschiedenen Seegebieten, die gebietsspezifischen Unterschiede und Gemeinsamkeiten, sowie deren mögliche Ursachen darstellen.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet war die Arkonasee mit den angrenzenden Seegebieten Bornholmsee und westliche

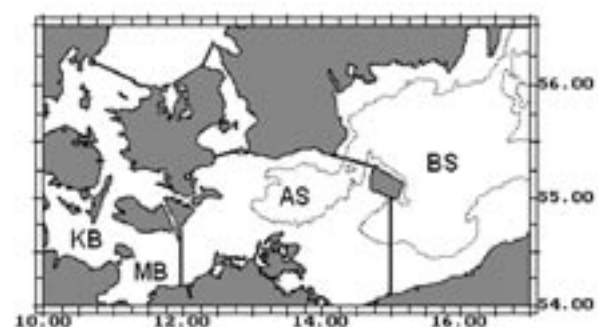


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet mit Bezeichnung der verschiedenen Seegebiete (KB = Kieler Bucht, ICES-Gebiet 22; MB = Mecklenburger Bucht, ICES-Gebiet 22; AS = Arkonasee, ICES-Gebiet 24; BS = Bornholmsee, ICES-Gebiet 25).

Area of the Baltic Sea under investigation with notations of the regions (KB = Kiel Bay, ICES sub-division 22; MB = Mecklenburg Bay, ICES sub-division 22; AS = Arkona Sea, ICES sub-division 24; BS = Bornholm Sea, ICES sub-division 25).



Abbildung 2: Einheitsfänge Dorsch (kg/1h) nach Gebieten und Jahren des FFK Solea für die Monate März und Juni.
CPUE cod (kg/1h) by areas and years of FRV Solea for the months march and june.

Ostsee (Beltsee) mit der Mecklenburger Bucht und der Kieler Bucht (Abb. 1). Die den Analysen zugrunde liegenden Datenserien wurden zwischen 1993 und 2003 auf speziellen Surveys zur Reproduktionsbiologie von Dorschen der Ostsee gewonnen. Diese Surveys fanden in der Beltsee jährlich jeweils in den Monaten Januar, Februar, März, Mai und Juni, November und Dezember statt. In der Arkonasee und in der Bornholmsee erfolgten die Arbeiten jeweils im März und im Juni (Tab. 1).

Weiterhin standen Daten aus der kommerziellen Beprobung, dem Nationalen Datensammelprogramm und die Daten aus den *Baltic International Trawl Surveys* (BITS) für die Auswertung zur Verfügung (Tab. 1). In die Beschreibung des allgemeinen Verlaufes der jährlichen Reifeentwicklung in den verschiedenen Gebieten wurde die Gesamtheit dieser Datenbasis einbezogen. Die statistischen Analysen basieren ausschließlich auf den Datenserien, die im Verlauf der Surveys im März und Juni gewonnenen wurden.

Die Analyse der Dorsche erfolgte entsprechend fische-reibiologischem Standard des IOR. Die Bestimmung der Reifegrade wurde auf der Basis der 8-stufigen Skala (Maier 1908; Berner 1960; Bleil und Oeberst 2002) vorgenommen. Für die statistischen Auswertungen wurden die Reifegrade 1 und 2 (juvenil und Ruhephase) zu MSG12, die Reifegrade 3 bis 5 (reifend) zu MSG35 sowie Reifegrad 6 und 7 (Laichkondition) zu MSG67 zusammengefasst. MSG8 erfasst Dorsche, die abgelacht haben (Reifegrad 8).

Die statistischen Analysen wurden auf der Basis der Totallängenverteilungen durchgeführt. Dazu wurden die Tiere in zwei Längengruppen unterteilt (LG1 = Dorsche mit einer Totallänge < 35 cm und LG2 = Tiere mit einer Totallänge ≥ 35 cm). Die Länge von 35 cm wurden auf der Basis der bis 2003 gültigen Mindestanlandelänge der kommerziellen Fischerei gewählt. Tiere mit einer Totallänge < 35 cm wurden in die Analysen einbezogen, da die kleinste Reifungslänge von Dorsch in der Ostsee deutlich unter 35 cm liegt (Cardinale und Modin 1999; Bleil und Oeberst 2002). Tiere dieser Längengruppen

werden jedoch nur in den Surveys der Forschungsschiffe repräsentativ erfasst.

Die Analysen beruhen auf der Auswertung von insgesamt mehr als 132 800 Individuen mit Längen zwischen 10 cm und 118 cm. Für die Monate Juli und August standen in allen Jahren nur wenige Datensätze zur Verfügung, so dass eine sichere Abschätzung für diese Monate nicht möglich war.

Ergebnisse

Allgemeiner Verlauf des jährlichen Reifeprozesses und der Laichaktivitäten in den verschiedenen Gebieten

Die Beschreibung des verallgemeinerten Verlaufes des jährlichen Reifeprozesses und der Laichaktivitäten basiert auf der Gesamtheit der monatlich zur Verfügung stehenden Daten (Surveys, kommerzielle Beprobung, BITS-Daten).

In der Arkonasee war der Anteil an MSG12 jeweils in den Monaten März bis Juni niedrig, mit einem Minimum im April/Mai (Abb. 3). Ein vergleichbares Bild zeigte sich auch im Bornholmbecken. In der Kieler und Mecklenburger Bucht wurde dieses Minimum jeweils im März beobachtet. Bereits in den Monaten April und Mai nahm der Anteil hier wieder zu.

Ein hoher Anteil (> 50 %) von Dorschen mit heranreifenden Geschlechtsprodukten (MSG35) war in der Arkonasee jeweils zwischen Februar und Mai, in einigen Jahren bis Juni, zu verzeichnen. Auch hier zeigt die Bornholmsee vergleichbare Tendenzen (Abb. 3). In der Kieler und Mecklenburger Bucht dagegen lag das Maximum für MSG35 jeweils im Februar, im März und April war bereits eine signifikante Abnahme zu verzeichnen. MSG35 lag im Juni in der Kieler Bucht in den meisten Jahren bei 0.

Der höchste Anteil laichender Dorsche (MSG67) in der Arkonasee trat jeweils im Juni auf, wobei davon ausgegangen werden kann, dass auch noch in den Monaten Juli und August hier gelaicht wurde. Im September, dem Monat, für den wieder Daten verfügbar waren, konnten geringe Laichaktivitäten beobachtet werden (Abb. 3).

Der höchste Anteil laichender Tiere ist für die Bornholmsee in den Monaten Juli und August zu erwarten, da sich noch im September eine beträchtliche Anzahl von Dorschen in Laichkondition (MSG67) befand. Auffällig war in diesem Gebiet weiterhin, dass in einigen Jahren bereits im Zeitraum von Februar bis April laichende Weibchen auftraten. Diese Laichaktivitäten waren jedoch nicht sehr ausgeprägt (MSG67 –0,51% März 1996, 0,71 % März 1999 und 1,29 % im März 2002).

In der Kieler und Mecklenburger Bucht fanden die Hauptlaichaktivitäten jeweils im März/April statt, MSG67 war in diesen Monaten am höchsten. Ein geringer Anteil von Laichern war in der Mecklenburger Bucht jedoch bis hinein in den Juni zu finden. In der Kieler Bucht war das Laichen generell im Mai beendet. In der Bornholmsee war im September bis hinein in den Oktober weiterhin einen hohen Anteil abgelaichter Weibchen zu beobachten (MSG8) (Abb. 3).

Aus diesen Ergebnissen ergibt sich, dass bezüglich der jährlichen Reifeentwicklung grundsätzlich zwei Typen von Dorschen in der Ostsee voneinander unterschieden werden können:

- In der Arkonasee und Bornholmsee gibt es zeitlich sehr ausgedehnte Laichaktivitäten. Die Hauptlaichperiode beginnt im Mai und endet wahrscheinlich im Juli in der Arkonasee, sowie im September/Oktober in der Bornholmsee: **Sommerlaicher**. Allerdings fanden in einigen Jahren auch im Frühjahr geringe Laichaktivitäten statt.

Tabelle 1 : Überblick über das den Analysen zugrunde liegende Datenmaterial zur Reifeverteilung für die Surveys und die Beprobung der kommerziellen Fischerei nach Monaten und Gebieten - *Overview of available maturity data based on surveys in March and June and commercial landings by month and areas.*

Monat	Kieler Bucht		Mecklenburger Bucht		Arkonasee		Bornholmsee	
	Surveys	Surveys und kommerzielle Anlandungen	Surveys	Surveys und kommerzielle Anlandungen	Surveys	Surveys und kommerzielle Anlandungen	Surveys	Surveys und kommerzielle Anlandungen
1		X	X	X		X		
2	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X
4		X				X		X
5		X		X				X
6	X	X	X	X	X	X	X	X
7								
8								
9		X				X		
10		X				X		
11	X	X	X		X	X		
12		X	X	X		X		

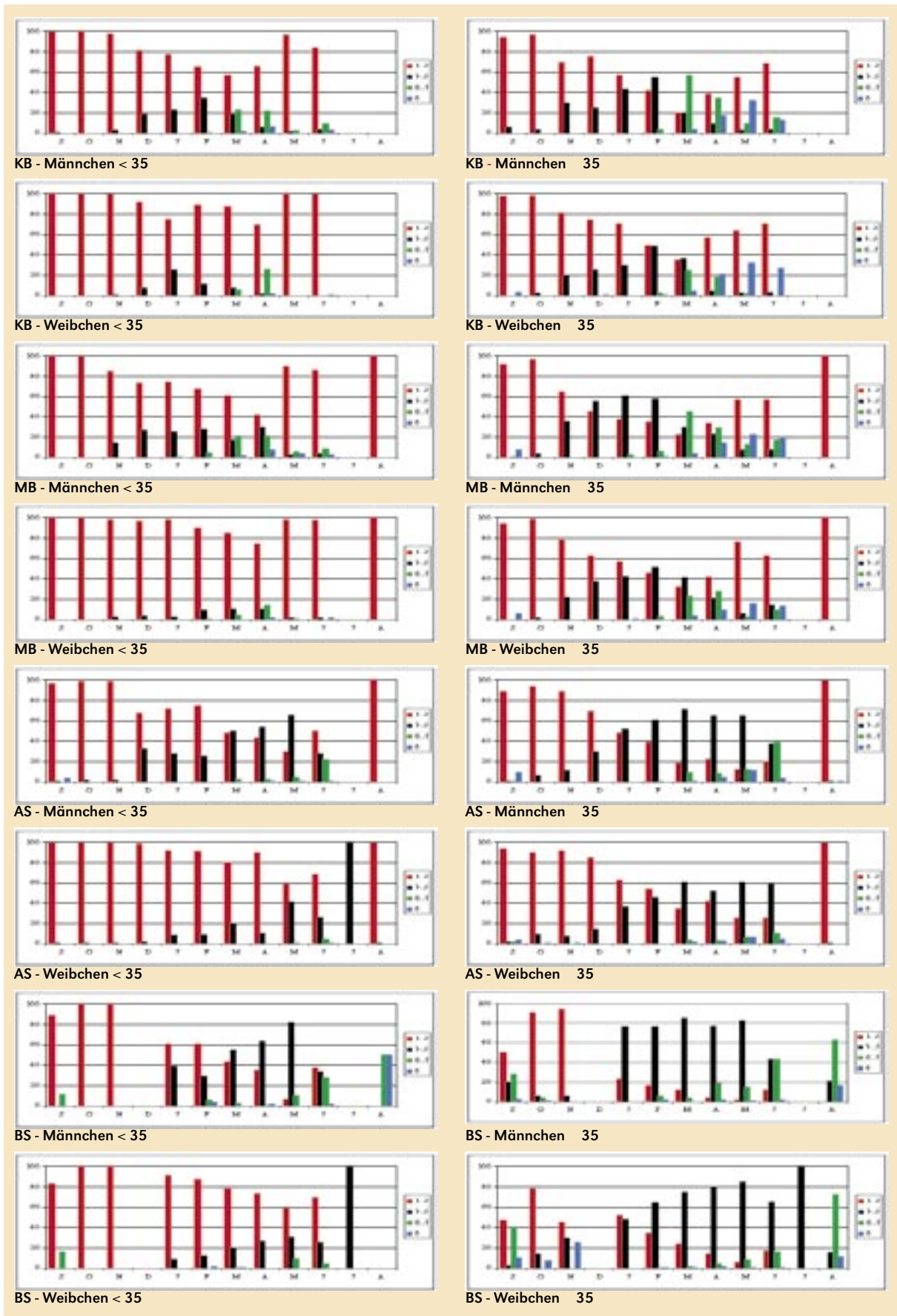


Abbildung 3: Jährlicher Verlauf der Reifeentwicklung (MSG12, MSG35, MSG67,MSG8) nach Gebiet, Geschlecht und Längen-
gruppe.

General annual development of MSG12, MSG35, MSG67 and MSG8 by area, sex and length group.

- In der Kieler und Mecklenburger Bucht gibt eine zeitlich sehr stabile Hauptlaichperiode von März bis April, wobei sich in der Mecklenburger Bucht Laichaktivitäten vereinzelt bis in den Mai/Anfang Juni hinein ausdehnen können: **Frühjahrslaicher**.

Es fiel auf, dass in der KB und MB bereits im November mehr als 10 % der großen Weibchen (LG2) heranreifende Ovarien (MSG35) aufwiesen (Abb. 3). Diese Gruppe befindet sich hier vier Monate später, in vergleichbarer Größenordnung, in Laichkondition (MSG67).

Auch in der Arkonasee und in der Bornholmsee befinden sich bereits Ende Oktober/Anfang November mehr als 10% der großen Weibchen im Stadium MSG35. In Laichkondition (MSG67) befindet sich diese Gruppe jedoch erst Ende Mai/Anfang Juni. Erst zu diesem Zeitpunkt und damit, im Vergleich zur westlichen Ostsee, insgesamt zwei Monate später, befinden sich auch in diesen Gebieten mehr als 10 % der Weibchen im Stadium MSG67. Darüber hinaus wurden aber auch in der westlichen Ostsee immer wieder im Mai und Anfang Juni große Weibchen beobachtet, die heranreifende Ovarien aufwiesen. Sie waren jedoch nur in geringer Zahl vertreten.

Beschreibung der Laichaktivitäten (MSG67) in Beziehung zum Seegebiet und in Abhängigkeit von der Längengruppe und vom Geschlecht

Alle weiteren Analysen, die nach Geschlechtern und Längengruppen getrennt durchgeführt wurden, basieren ausschließlich auf den Daten der Forschungsschiffsreisen in den Monaten März und Juni. Sie ergaben, dass der Anteil von Tieren in Laichkondition (MSG67) in allen Jahren und allen Gebieten deutlich schwankte. So variierte beispielsweise der Anteil großer Männchen (LG2) im März in der Kieler Bucht von 15 % bis 81 %, in der Mecklenburger Bucht von 11 % bis 78 %, in der Arkonasee von 0 % bis 27 % und in der Bornholmsee von 0 % bis 16 % (Tab. 2). Ähnlich stark ausgeprägte Schwankungen gab es auch für die Gruppe der kleinen Männchen (LG1) und für große und kleine Weibchen. Darüber hinaus zeigte sich, dass in der westlichen Ostsee

im Vergleich zur Arkonasee und der Bornholmsee ein insgesamt größerer Anteil des potenziellen Laicherbestandes an Weibchen auch tatsächlich ablaichte. Es wurden höhere Maxima beobachtet.

Betrachtet man die verschiedenen Monate, so fällt auf, dass der Anteil laichender Tiere beiderlei Geschlechtes und Längengruppen sich in den verschiedenen Gebieten deutlich voneinander unterscheidet. Ein höherer Anteil an MSG67 ist in der Arkonasee und in der Bornholmsee, im Vergleich zur westlichen Ostsee, jeweils im Juni zu beobachten. Demgegenüber ist dieser Anteil in der westlichen Ostsee im März höher (Tab. 2). Die Daten deuten somit darauf hin, dass in den Seegebieten Kieler Bucht, Mecklenburg Bucht und Arkonasee, die bisher als gemeinsames Verbreitungsgebiet des westlichen Dorschbestandes gelten, zwei unterschiedliche Laichzeiten existieren.

Die Analysen zeigen weiterhin, dass MSG67 im Juni, in der Bornholmsee in den Jahren 1994 und 1997 mit 36,7 % in 1994 und 27,6 % in 1997 hoch war. In beiden Jahren entwickelten sich überdurchschnittliche Jahrgänge. In den anderen Untersuchungsjahren lag MSG67 lediglich zwischen 1 % und 10 % im Juni, große Jahresklassen gingen nicht daraus hervor.

Die Analysen der Laichaktivitäten im Jahresverlauf zeigen, dass in der Arkonasee Laichaktivitäten oftmals bereits im Mai stattfanden (Tab. 2, Abb. 3). Dies ist von besonderer Bedeutung, weil, wie bereits beschrieben, in diesem Zeitraum das Laichen von Individuen beider Bestände auch in ihren endemischen Laichgebieten beobachtet werden kann.

Die Laichaktivitäten in der Arkonasee zu dieser Zeit können somit nicht sicher einem der Bestände zugeordnet werden. Es erscheint wahrscheinlich, dass hier Individuen beider Bestände zur gleichen Zeit, im gleichen Gebiet laichen. Weitere Analysen werden zeigen, ob die hydrographischen Bedingungen für die Befruchtung und Entwicklung der Eier beider Bestände geeignet waren und damit auch eine genetische Vermischung der Bestände nicht mehr ausgeschlossen werden kann.

Tabelle 2: Minima und Maxima im Anteil MSG67 im Zeitraum 1993 bis 2003 nach Gebieten, Geschlecht und Längengruppen jeweils für die Monate März und Juni.

Minimum and maximum of MSG67 between 1993 and 2003 by areas, sex and length groups in March and June.

Monat	Geschlecht	Längengruppe	Kieler Bucht		Mecklenburger Bucht		Arkonasee		Bornholmsee	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
März	7	< 34 cm	0	57	0	52	0	7	0	14
	7	≥ 35 cm	15	81	11	78	0	27	0	16
	6	< 34 cm	0	25	0	12	0	1	0	8
	6	≥ 35 cm	9	58	4	48	1	8	0	6
Juni	7	< 34 cm	0	50	0	34	0	39	0	64
	7	≥ 35 cm	0	79	0	41	0	80	0	73
	6	< 34 cm	0	0	0	1	0	16	0	33

Werden die geschlechtsspezifischen Unterschiede im Anteil MSG67 betrachtet, so zeigen sich ausgeprägte Differenzen in allen Gebieten und Jahren für die Tiere der LG2 (Tab. 3), nicht aber bei Dorschen der LG1. In einigen Jahren und Gebieten zeigen sich ebenfalls deutliche Differenzen (Maximum – 50 %); in anderen Jahren gibt es demgegenüber keine geschlechtsspezifischen Unterschiede. Da der Anteil männlicher Laicher in LG2 in der Hauptlaichzeit der jeweiligen Gebiete deutlich höher war als der der weiblichen Laicher (Ausnahme Bornholmsee: Maximum – 20,2 %; Tab. 3) kann gefolgert werden, dass der reproduktive „*output*“ ausschließlich von der Anzahl weiblicher Laicher bestimmt wird. Für die Abschätzung des Reproduktionspotenziales und die Interpretation von Reifeentwicklungen ist es somit erforderlich, die vorhandenen Datenserien nach Geschlechtern getrennt auszuwerten und zu interpretieren.

Diskussion

Die vorliegenden Analysen zur jährlichen Reifeentwicklungen von Dorschen in den verschiedenen Gebieten der Ostsee zeigen, dass der Anteil von Laichern (MSG67) und damit von Tieren, die das reproduktive Potenzial eines Bestandes bestimmen, von Jahr zu Jahr stark schwankt. Baranova (1995, 1989) beschreibt ähnliche Beobachtungen für Dorsche der Gotlandsee und interpretiert sie in Beziehungen zum Ernährungszustand der Tiere.

Die Schwankungen im Anteil der Laicher (MSG67) wurden in allen Laichgebieten, für alle Längengruppen und für beide Geschlechter nachgewiesen. Sie waren insbesondere bei Dorschen der LG2 und damit bei den Tieren, die bezüglich Quantität und Qualität von Laichprodukten den höchsten Anteil am reproduktiven Erfolg haben (Bleil und Oeberst 1998), besonders ausgeprägt (Abb. 3, Tab. 3). Die Daten zeigen weiterhin einen deutlichen Unterschied im Anteil Laicher zwischen den Geschlechtern zuungunsten weiblicher Laicher, was auch von Berner (1960), Thurow (1970), Tomkiewicz und Köster (1999) und Bleil und Oeberst (1997) und Oeberst und Bleil (2003) diskutiert wurde. Die Berechnungen der *maturity ogive*, als einer Eingangsvariablen zur Bestandsabschätzung, sollten deshalb nach Geschlechtern getrennt und für jedes Jahr neu durchgeführt werden.

Die Analysen der Laichaktivitäten in der Arkonasee deuten auf eine sehr ausgedehnte Laichzeit mit deutlich ausgeprägter Hauptlaichaktivität jeweils in den Sommermonaten hin. Diese Laichzeit entspricht somit eher der Laichzeit in der Bornholmsee, dem Hauptlaichgebiet der Dorsche der zentralen Ostsee (Wieland et al. 2000) als der von Tieren in der Kieler und Mecklenburger Bucht. Dort wird überwiegend im Frühjahr mit sehr stabiler Hauptlaichzeit im März/April gelaicht (Abb. 3).

Laichaktivitäten von Dorschen in der Arkonasee im Frühjahr wurden bereits von Kändler (1944), Birjukov (1969), Berner (1985), und Bagge et al. (1994) für historische Zeiträume beschrieben. Berner und Müller (1989) und Müller (1994, 1999) diskutierten darüber hinaus auch das Laichen in den Sommermonaten. Alle Autoren geben jedoch an, dass der Arkonasee als Laichgebiet für Dorsch insgesamt nur geringe Bedeutung zukommt, da das Laichen hier nicht in jedem Jahr und dann auch nur mit geringer Intensität stattfindet und die hydrographischen Bedingungen ein erfolgreiches Laichen zweifelhaft erscheinen lassen.

Da die Mehrzahl der oben genannten Autoren Laichaktivitäten für die Arkonasee überwiegend im Frühjahr und dann mit nur geringer Bedeutung beschreiben (anhand von Probenmaterial, das vorwiegend in den Winter- und Frühjahrsmonaten gesammelt wurde) und darüber hinaus Ergebnisse von genetischen Untersuchungen (Sick 1965; Jamieson und Otterlind 1971; Moth-Poulsen 1982; Nielsen et al. 2003) sowie Markierungsexperimente in den 50er und 60er Jahren (Berner 1974, 1981; Otterlind 1985; Bagge et al. 1994; Aro 1989) ebenfalls darauf hindeuteten, werden seit 1983 vom ICES die Dorsche der westlichen Ostsee (Kieler und Mecklenburger Bucht) zusammen mit den Tieren der Arkonasee als eine Einheit betrachtet und als gemeinsamer Bestand berechnet.

Diese Schlussfolgerung erscheint unter Beachtung der Ergebnisse der hier vorgestellten Untersuchungen überdenkenswert. Es ist notwendig, die in der Arkonasee gegenwärtig ablaufenden Prozesse genauer zu analysieren und hierzu zeitgleich verschiedene, voneinander unabhängige Methoden anzuwenden, um eine exaktere Bestandszuordnung zu erreichen.

Tabelle 3: Geschlechtsspezifische Unterschiede im Anteil MSG67 nach Gebiet, Längengruppe und Monat.

Differences between male and female with MSG67 by area, length group and month.

Monat	Gebiet	Längen- gruppe	Minimum- differenz	Maximum- differenz	Mittlere differenz
3	KB	1	-2,8	46,0	22,5
3	MB	1	0,0	40,4	15,3
3	AS	1	-0,9	11,5	1,8
3	BS	1	0,0	3,9	0,7
3	KB	2	2,1	64,5	30,0
3	MB	2	5,0	49,4	23,8
3	AS	2	-2,1	32,5	7,8
3	BS	2	-0,7	6,3	1,0
6	KB	1	0,0	50,0	8,3
6	MB	1	0,0	33,9	7,0
6	AS	1	0,0	34,9	17,4
6	BS	1	0,0	29,6	13,1
6	KB	2	-0,1	78,6	16,1
6	MB	2	-0,2	22,9	9,5
6	AS	2	6,0	56,5	26,9
6	BS	2	-20,2	40,1	18,9

Fazit

Zusammenfassend kann man feststellen, dass der Anteil von Laichern in allen Gebieten und Jahren hoch variabel ist. Darüber hinaus zeigt sich, dass neben den bereits allgemein als Laichgebiet akzeptierten Gebieten Bornholmsee und Kieler Bucht auch die Mecklenburger Bucht und die Arkonasee in allen Jahren zum Laichen aufgesucht wurden. Weiterhin wird deutlich, dass die Zuordnung der Dorsche der Arkonasee, die bisher insgesamt dem Bestand der westlichen Ostsee zugeordnet wurden, zu überdenken ist. Die Analysen ergeben, dass die Hauptlaichaktivitäten hier im Sommer stattfindenden und somit eher dem Laichverhalten der Dorsche der zentralen Ostsee (Sommerlaicher) entsprechen als denen des westlichen Bestandes (Frühjahrslaicher). Diese Ergebnisse zeigen die Notwendigkeit, Methoden zu entwickeln und routinemäßig anzuwenden, um Individuen oder Gruppen von Individuen sicher den jeweiligen Beständen zuzuordnen, unabhängig von dem Gebiet in dem sie gefangen wurden. Nur auf diesem Wege wird es möglich sein, die Abschätzung der Bestände langfristig zu verbessern.

Zitierte Literatur

- Aro, E., 1989: A review of fish migration patterns in the Baltic. Rapp. P. - v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 190: 72–96.
- Bagge, O.; Thurov, F.; Steffensen, E.; Bay, J., 1994: The Baltic cod. Dana, 10: 1–28.
- Baranova, T., 1989: Some parameters of the eastern Baltic cod population in Subdivision 26 and 28: growth and ripening in connection with abundance dynamics. Rap P. - v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 190: 97–101.
- Baranova, T., 1995: The structure of spawning cod stock in the eastern Baltic during 1972–1995. ICES Council. Meet. Pap./J 9: 6 pp.
- Berner, M., 1960: Untersuchungen über den Dorschbestand der Bornholm- und Arkonasee 1953–1955. Z. Fischerei Hilfswiss. 9: 481–602.
- Berner, M., 1981: Dislocation parameters of tagging experiments on cod in the Baltic (SD 22–25) from 1959–1975. ICES Council. Meet. Pap./J 15: 16 pp.
- Berner, M., 1985: Die periodische Veränderung der Gonadenmasse und der Laichzyklus des „Ostsee-“ und „Beltseedorsches“ (*Gadus morhua callarias*, *G. morhua morhua*) in verschiedenen Regionen der Ostsee. Fischerei-Forschung 23 (4): 49–57.
- Berner, M.; Vaske, B., 1981: Sex ratio and sexual maturity of cod in the Baltic (Sub-divisions 22–25). ICES Council. Meet. Pap./J 16: 13 pp.
- Berner, M.; Vaske, B., 1985: Morphometric and meristic characters of cod stocks in the Baltic Sea. ICES Council. Meet. Pap./J 11: 12 pp.
- Berner, M.; Müller, H., 1989: Discrimination between „Baltic cod“ (*Gadus morhua callarias* L.) and „Belt Sea cod“ (*Gadus morhua morhua* L.) by means of morphometric and meristic characters. ICES Council. Meet. Pap./J 13: 15 pp.
- Berner, M.; Müller, H., 1990: Zur Trennung von eigentlichem Ostseedorsch (*Gadus morhua callarias* L.) und „Beltseedorsch“ (*Gadus morhua morhua* L.) mittels Diskriminanzanalyse. Fischerei-Forschung 28 (3): 46–49.
- Birjukov, N.P., 1969: Spawning communities of Baltic cod and the extent of their mixing. ICES Council. Meet. Pap./F 7: 6 pp.
- Bleil, M.; Oeberst, R., 1997: The timing of the reproduction of cod (*Gadus morhua morhua*) in the western Baltic and adjacent areas, ICES Council. Meet. Pap./CC 02: 30 pp.
- Bleil, M.; Oeberst, R., 2000: Reproduction areas of the cod stock in the western Baltic Sea. ICES Council. Meet. Pap./N 02: 25 pp.
- Bleil, M.; Oeberst, R., 2002: Spawning areas of the cod stock in the western Baltic Sea and minimum length at maturity. Arch. Fish. Mar. Res. 49 (3): 243–258.
- Cardinale, M.; Modin, J., 1999: Changes in size- at- maturity of Baltic cod (*Gadus morhua*) during a period of large variations in stock size and environmental conditions. Fish. Res. 41: 285–295.
- Fender, K., 1961: Beiträge zum Rassenproblem des Ostseedorsches. Fischerei-Forschung 46(7): 13–57.
- ICES, 2003: Advisory Committee on Fishery Management. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group. ICES Council. Meet. Pap./ACFM 21: 522 pp.
- Jamieson, A.; Otterlind, G., 1971: The use of cod blood protein polymorphisms in the Belt Sea, the Sound and the Baltic Sea. Rapp. P. - v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 161: 55–63.
- Kändler, R., 1944: Untersuchungen über den Ostseedorsch während der Forschungsfahrt mit dem R.F.D. „Poseidon“ in den Jahren 1925–1938. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. N.F. 9(2): 137–255.
- Köster, F. W.; Hinrichsen, H.-H.; Schnack, D.; John, M.- St.; MacKenzie, B.R.; Tomkiewicz J.; Möllman, C.; Kraus, G.; Pliksh, M.; Makarchouk, A.; Aro, E., 2003: Recruitment of Baltic cod and sprat stocks: identification of critical life stages and incorporation of environmental variability into stock-recruitment relationships. Scientia Marina 67(1): 129–154.
- Maier, H. N., 1908: Beiträge zur Altersbestimmung der Fische. I. Allgemeines. Die Altersbestimmung nach den Otolithen bei Scholle und Kabeljau. Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Helgoland, 8.
- Moth-Poulsen, T., 1982: Genetic variation of cod from the Danish Sound: Interrelation of stocks from adjacent waters. ICES Council. Meet. Pap. 1982/G 46: 19 pp.
- Müller, H., 1994: Recruitment of Western Baltic Cod. ICES Council. Meet. Pap. 1994/J:14.
- Müller, H., 1999: The appropriate date of sampling for estimating the proportion of spawners at age of Baltic cod. WG Document, ICES WG on Baltic fisheries assessment. 5 pp.
- Müller, H., 2002: The distribution of „Belt Sea cod“ and „Baltic cod“ in the Baltic Sea from 1995 to 2001 estimated by discriminant analysis of the number of dorsal fin rays. ICES Council. Meet. Pap. 2002/L 16: 23 pp.
- Nielsen, E.E.; Hansen, M.M.; Ruzzante, D.E.; Meldrup, D.; Grønkjær, P., 2003: Evidence of a hybrid-zone in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the Baltic and the Danish Belt Sea revealed by individual admixture analysis. Molecular Ecology 12: 1497–1508.
- Nissling, A; Westin, L., 1997: Salinity requirements for successful spawning of Baltic and Beltsea cod and the potential for cod stock interactions in the Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol. 152: 261–271.
- Oeberst, R., 2001: The importance of the Belt Sea cod for the eastern Baltic cod stock. Arch. Fish. Mar. Res. 49 (2), 2001: 83–102.

- Oeberst, R.; Bleil, 2003: Early estimates of recruitment of the Belt Sea cod stock. *Scientia Marina* 67 (Suppl. 1): 181–190.
- Otterlind, G., 1985: Cod migration and transplantation experiments in the Baltic. *J. Appl. Ichthyol.* 1(1): 3–16.
- Thurow, F., 1970: Über die Fortpflanzung des Dorsches *Gadus morhua* (L.) in der Kieler Bucht. *Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch.* 21(1–4):170–192.
- Tomkiewicz, J.; Köster, F. W., 1999: Maturation process and spawning time of cod in the Bornholm Basin of the Baltic Sea: Preliminary results. *ICES Counc. Meet. Pap.* 1999/Y 25: 11 pp.
- Vallin, L.; Nissling, A.; Westin, L., 1999b: Maternal effects on egg size in cod, *Gadus morhua*, with implications for reproductive success in the Baltic Sea. *Nordic Res. Coop. on Reprod. Disturb. in Fish; Report Redfish project*, Vol. 530: 129–141.
- Vallin, L.; Nissling, A.; Westin, L., 1999a: Potential factors influencing reproductive success of Baltic cod, *Gadus morhua*: a review. *Ambio*, Vol. 28 (1): 92–99.
- Vallin, L.; Nissling, A., 2000: Maternal effects on egg size and egg buoyancy of Baltic cod, *Gadus morhua*. Implications for stock structure effects on recruitment. *Fisheries Research* 49: 21–37.
- Westernhagen, H. von; 1970: 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.
- Wieland, K.; Jarre-Teichmann, A.; Horbowa, K., 2000: Changes in the timing of spawning of Baltic cod: possible causes and implications for recruitment. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 452–464.
-