

# Simulierte Auswirkungen des mehrjährigen Bewirtschaftungsplans für die Dorschfischerei in der westlichen Ostsee und die Möglichkeit einer technischen Alternative

Impact simulation of the multi-annual management plan of cod fisheries in the Western Baltic and the option of a technical alternative

Hans-Joachim Rätz<sup>1,2</sup>, Eckhard Bethke<sup>2</sup>, Franz Hölker<sup>1</sup> und Tomas Gröhsler<sup>3</sup>

<sup>1</sup> European Commission, Joint Research Centre, Institute for Protection and Security of the Citizen, Maritime Affairs Unit G.04, TP 051, 21020 Ispra (Va), Italy

<sup>2</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Seefischerei; Palmaille 9, 22767 Hamburg, Germany

<sup>3</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ostseefischerei, Alter Hafen Süd 2, 18069 Rostock, Germany

## Abstract

The cod stock in the Western Baltic Sea is assessed to be overfished regarding the definitions of the UN World Summit on Sustainable Development at Johannesburg in 2002. Thus, the European Fisheries Council enforced a multi-annual management plan in 2007. Our medium term simulations over the future 10 years assume similar stock productivity as compared with the past four decades and indicate that the goals of the management plan can be achieved through TAC and consistent effort regulations. Taking account of the uncertainty in the recruitment patterns, the target average fishing mortality of age groups 3 – 6 years of  $F = 0.6$  per year as defined in the management plan is indicated to exceed sustainable levels consistent with high long term yields and low risk of depletion. The stipulated constraint of the annual TAC variations of  $\pm 15\%$  will dominate future fisheries management and implies a high recovery potential of the stock through continued reductions in fishing mortality. The scientific assessment of sustainable levels of exploitation and consideration in the plan is strongly advised, taking account of uncertainties attributed to environmental and biological effects. We recommend our study to be complemented with economic impact assessments including effects on by-catch species, which have been disregarded in this study. It is further demonstrated, that the goals of the management plan can alternatively be achieved by mesh size adaptations. An alternative technical option of mesh size increases to realize the required reductions in fishing mortality provides avoidance of discards of undersized fish after a few years by means of improved selectivity, another important element of the Common Fisheries Policy. However, it is emphasized that technical regulations since 1990 failed to affect the by-catch and discards of juvenile cod. In any way, the meaningful implementation of the multiannual management plan through stringent control and enforcement appears critical.

## Kurzfassung

Unter Berücksichtigung der UN-Kriterien für eine nachhaltige Entwicklung (Johannesburg 2002) gilt der Dorschbestand der westlichen Ostsee (Gebiete 22 – 24) als überfischt. Aus diesem Grund hat der Europäische Fischereirat 2007 einen mehrjährigen Bewirtschaftungsplan erlassen. Unsere mittelfristigen Simulationen (Zeitraum: 10 Jahre) basieren auf der Annahme einer unveränderten Produktivität des Bestandes. Die Simulationsergebnisse deuten darauf hin, dass die Ziele des mehrjährigen Bewirtschaftungsplans mit den vorgesehenen Regelungen der Höchstfangmengen und entsprechenden Bestimmungen des Fischereiaufwands zu erreichen sind. Dagegen scheint die festgesetzte Zielgröße eines mittleren Nutzungsgrades der Altersgruppen 3 – 6 Jahre von  $F = 0,6$  bei der beobachteten Variation im Jungfischauftreten nicht konsistent mit den Forderungen nach hohen Dauererträgen bei einem niedrigem Risiko eines Erschöpfungszustands zu sein. Jedoch würde eine maximale Variation der jährlichen Höchstfangmengen auf  $\pm 15\%$  ohnehin das künftige Fischereimanagement dominieren. Dies impliziert ein hohes Erholungspotential durch eine anhaltende Reduktion des fischereilichen Nutzungsgrades. Eine wissenschaftliche Abschätzung des nachhaltigen Nutzungsgrades unter Einbeziehung ökologischer Effekte ist daher dringend angeraten. Zusätzlich sollten die Ergebnisse dieser Studie mit fischereiökonomischen Analysen kombiniert werden, die zudem die Beifänge anderer Arten mit einbeziehen. Ein weiteres Ergebnis dieser Studie ist, dass die Ziele des mehrjährigen Bewirtschaftungsplans theoretisch auch mit der technischen Option einer schrittweisen Vergrößerung der Maschenöffnung realisiert werden könnten. Eine entsprechende Option bewirkte in den Simulationen nach wenigen Jahren eine verbesserte Selektion und somit verringerte Rückwürfe untermaßiger Fische, ein wichtiges Element der Gemeinsamen Fischereipolitik. Allerdings waren technische Maßnahmen seit 1990 ohne nachweisbaren Effekt auf Beifänge und Rückwürfe von Jungdorschen. In jedem Fall erscheint die sinnigere Umsetzung des mehrjährigen Bewirtschaftungsplans nur unter der Voraussetzung effektiver Fischereikontrollen möglich.

## Einleitung

Viele europäische Meerestierbestände werden im Rahmen der Gemeinsamen Fischereipolitik (GFP) der EU (Common Fisheries Policy, CFP) noch nach dem Vorsorgeansatz im Fischereimanagement bewirtschaftet (FAO 1996). Optimierungsziel dieses Ansatzes ist, durch verschiedene Fischereiregelungen Bestandszusammenbrüche und damit einhergehende anhaltende Ertragsverluste mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zu verhindern. Diese vorläufige Zielvorgabe soll nun zugunsten der nachhaltigen Nutzung der Fischereiressourcen unter Einbeziehung des Schutzes der Ökosysteme geändert werden, als Grundvoraussetzung für die langfristige Sicherung des Fischereisektors (EU 2007a). Die Europäische Gemeinschaft ist auf dem Gipfeltreffen der Vereinten Nationen in Johannesburg im Jahr 2002 (UN 2002) die Verpflichtung eingegangen, die Nutzung der Fischereiressourcen in der Gemeinschaft auf die Erreichung des höchstmöglichen Dauerertrags (Maximum Sustainable Yield MSY) einzustellen, und zwar bis zum Jahr 2015. Die zunehmende Abkehr vom Vorsorgeansatz bewirkt weitreichende Änderungen bei den Steuerungsinstrumenten der Fischereiregelungen, die sich seit 2003 zunehmend auf die Implementierung von langfristigen Managementplänen konzentrierte und zusätzlich zu Anpassungen der Höchstanlandungsmengen die direkte Regelung des Fischereiaufwands einbezog. Ökonomische und soziale Argumente sind dabei sicher zu berücksichtigen und werden die Dauer bis zur Erreichung der Voraussetzungen für den höchstmöglichen Dauerertrag sicher maßgeblich beeinflussen.

## Situation der Ostseedorsch-Bestände

Unter Berücksichtigung der von den Vereinten Nationen (UN 2002) definierten und vom Europäischen Fischereirat (EU 2007a) bestätigten Ziele der Nachhaltigkeit im Fischereimanagement ist der Dorschbestand in der westlichen Ostsee in den Gebieten 22 – 24 überfischt. Die anhaltende Überfischung verursachte deutliche Reduktionen seiner Bestandsgröße und Produktivität, so dass das Ziel eines maximalen Dauerertrags weit verfehlt wird (ICES 2007a). Im Vergleich mit den 1970-er Jahren und den frühen 1980-er Jahren waren die offiziellen jährlichen Anlandungen seit 2002 um 50% reduziert und übertrafen mit 22 000 t das historische Minimum zu Beginn der 1990-er nur gering.

Trotz morphologischer und genetischer Besonderheiten ist der Dorschbestand der westlichen Ostsee in den Gebieten 22 – 24 nicht eindeutig von den angrenzenden Beständen in der östlichen Ostsee in den Gebieten 25 – 32 und im Kattegat (Division IIIaS) zu trennen (Nielsen et al. 2001). Vielmehr bewirken Wanderbewegungen (Otterlind 1985) der geschlechtsreifen Fische und Eier

und Larvendrift einen Austausch und Vermischung der Genpools (Hinrichsen et al. 2001; Oeberst 2001; Nielsen et al. 2005).

Zu den wichtigsten der komplexen Regelungen für die Dorschfischerei in der westlichen Ostsee gehören zusätzlich zu Bestimmungen der jährlichen Höchstanlandungsmenge (TAC, Total Allowable Catch) (EU 2007b) auch technische Vorschriften, wie z. B. die alternative Verwendung des BACOMA-Schleppnetzes (Fluchtfenster mit 110 mm Quadratmaschen und 105 mm Maschenöffnung im Steert) oder des sogenannten T90-Netzes (bestehend aus um 90° gedrehten Netztuchs mit einer Maschenöffnung von nicht weniger als 110 mm), verschiedene Schließungsgebiete und -zeiten sowie die minimale Anlandelänge von 38 cm laut Fischereiratsbeschluss (EU 2005).

Zusätzlich wurde im September 2007 vom Europäischen Fischereirat ein mehrjähriger Bewirtschaftungsplan für die Fischereien der westlichen und östlichen Dorschbestände beschlossen (EU 2007c). Der Bewirtschaftungsplan sieht für den Dorschbestand der westlichen Ostsee eine mittlere fischereiliche Sterblichkeit der Altersgruppen 3 – 6 Jahre von  $F = 0,6$  pro Jahr als Zielwert vor, der als Index des Nutzungsgrades durch die Fischerei zu interpretieren ist. Bis zur Erreichung des Zielwertes soll das Management der Fischerei auf der Festsetzung jährlicher TAC basieren, die sich aus einer kontinuierlichen Reduktion der fischereilichen Sterblichkeit ableitet. Komplementiert wird der Managementplan mit verschiedenen Schließungszeiten und -gebieten. Die Zielsetzung des mehrjährigen Plans wird 2008 erstmals auch durch Bestimmungen von maximalen Seetagen pro Schiff für unterschiedliche Flotten unterstützt (ICES 2007b), ähnlich wie für die dezimierten westlichen Kabeljaubestände im EU-Meer.

## Vorgaben für eine Überprüfung

In diesem Artikel werden die Regeln des mehrjährigen Bewirtschaftungsplans hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die relevanten Bestands- und Fischereiparameter überprüft. Natürlich können die Prognosen auf der Basis von mittelfristigen Simulationen nur unter der Voraussetzung einer tatsächlichen Anwendung der Fischereiregelungen durchgeführt werden. Fehleinschätzungen der Höchstanlandungsmengen oder der Selektionseigenschaften der eingesetzten Netze haben zur Folge, dass die a priori definierten Managementziele verfehlt und die hier vorgestellten Ergebnisse nicht erreicht werden. Auch müssen wir davon ausgehen, dass sich die künftige Produktivität des Bestandes, die vornehmlich vom Jungfischauftreten und natürlichen Sterblichkeitsraten bestimmt wird, nicht wesentlich von der Produktivität der vergangenen 40 Jahre unterscheidet. Alternativ wird auch die Möglichkeit

einer verbesserten Selektion durch eine schrittweise Vergrößerung der eingesetzten Maschenöffnung der Bodenschleppnetze zur Erreichung der Managementziele getestet. Diese Managementoption ergibt sich aus der Tatsache, dass in den relativ großen Gebieten 22 und 24, aus denen die größten Anteile der Anlandungen stammen, überwiegend Schleppnetze zum Dorschfang verwendet werden (ICES 2007b). Nur im kleinen Untergebiet 23 dominieren relativ geringe Anlandungen von Stellnetzen und Langleinen.

## Grundlagen der Bestandssimulation

Die Bestands- und Fischereiparameter des Dorschbestandes der westlichen Ostsee werden über einen mittelfristigen Zeitraum von 10 Jahren simuliert, und zwar über eine deterministische Vorhersage nach der Bestands- (1) und Fanggleichung (2):

$$N_{(y+1, a+1)} = N_{(y, a)} \times e^{-(F_{(y, a)} + M_{(y, a)})} \quad (1)$$

$$C_{(y, a)} = F_{(y, a)} \times N_{(y, a)} \times \frac{1 - e^{-(F_{(y, a)} + M_{(y, a)})}}{F_{(y, a)} + M_{(y, a)}} \quad (2)$$

Dabei bedeuten die Parameter N = Bestandsanzahl, C = Fanganzahl, F = fischereiliche Sterblichkeit, M = natürliche Sterblichkeit, y = Jahr, a = Alter (Jahre).

Die entsprechenden Bestands- und Fanggewichte sowie die Anteile geschlechtsreifer oder verworfener Fische (Discards) ergeben sich aus den Beprobungen der Altersgruppen auf See oder auf den Fischmärkten. Die Werte der Parameter der Startpopulation im Jahr 2007 sind dem Bericht der ICES-Arbeitsgruppe (ICES 2007b) über die Abschätzung der Fischbestände in der Ostsee entnommen (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Bestandsparameter für mittelfristige Simulationen des westlichen Dorschbestandes sowie der Anlandungen und Rückwürfe.** Die Werte sind Jahresmittelwerte, lediglich die Bestandsparameter der mittleren Länge, des mittleren Gewichtes und der Bestandsanzahlen beziehen sich auf den Jahresbeginn.

*Table 1: Stock parameters of the Western Baltic cod used in the medium term simulations and landings and discards. All values represent annual means except the mean length, mean weight and stock size, which refer to the beginning of the year.*

Alter (Jahren)	mittlere Länge (cm) Bestand Jahresbeginn	mittl. Gewicht (kg) Bestand Jahresbeginn	mittl. Gewicht (kg) Anlandungen	mittl. Gewicht (kg) Rückwürfe
1	20,0	0,08	0,68	0,27
2	32,5	0,36	0,79	0,37
3	42,6	0,83	1,05	0,42
4	51,6	1,50	1,52	0,54
5	60,2	2,42	2,44	0,48
6	69,4	3,75	3,75	0,00
7	81,3	6,10	6,10	0,00

Alter (Jahren)	Rückwurfrate (rel. Anzahl)	Reifegrad (rel. Anzahl)	fischereiliche Sterblichkeit F	natürliche Sterblichkeit M	Anzahl (1.000) Bestand Jahresbeginn
1	0,857	0,01	0,07	0,242	27134
2	0,366	0,10	0,41	0,200	29945
3	0,125	0,64	0,80	0,200	10163
4	0,019	0,87	1,04	0,200	9504
5	0,022	0,93	0,93	0,200	434
6	0,000	0,91	0,93	0,200	551
7	0,000	0,99	0,93	0,200	107

**Tabelle 2: Bestandsparameter für mittelfristige Simulationen des westlichen Dorschbestandes sowie obligatorische Kriterien des mehrjährigen Managementplans.**

*Table 2: Stock parameters of the Western Baltic cod used in the medium term simulations and obligatory criteria of the multi-annual management plan.*

Parameter und Kriterien der Prognosen	Wert
Ricker-Koeffizient $SPR_{med}$ (kg)	0,286
Ricker-Koeffizient $S_{max}$ (t)	116 800
Rekrutierungsvariation Koeffizient CV	1,00
Laicherbiomasse vorsorgl. Referenzwert (t)	23 000
Zielwert mittlere Fischereiliche Sterblichkeit F der Altersgruppen 3-6 Jahre	0,60
Maximale relative jährliche Reduktion F	-0,10
Maximale relative jährliche Variation der Höchstfangmenge (TAC)	$\pm 0,15$
Maximale zufällige Variation der Bestandsparameter	$\pm 0,10$
Selektionslängenfaktor	3,57
Selektionsbreitenfaktor	0,63
Koeffizient b der Längen-Gewichtsfunktion	0,0000077
Koeffizient c der Längen-Gewichtsfunktion	3,0885

\* = außer fischereiliche Sterblichkeit und Bestandsgröße in Anzahl

Für die Bestands- und Fangsimulationen werden weitere Bestandsparameter und Kriterien der mittelfristigen Bestands- und Fangprognosen unter dem Regime des mehrjährigen Managementplans benötigt. Abgesehen von der fischereilichen Sterblichkeit und der resultierenden Bestandsgröße unterliegen alle Bestandsparameter einer zufälligen maximalen Variation von 10 %. Diese zufällige Variation reflektiert die Unsicherheit der Parameter in den Simulationen.

Die entsprechenden Parameter der Rekrutierungsfunktion sind der Tabelle 2 aufgeführt und wurden dem Bericht der ICES Arbeitsgruppe zur Abschätzung der Fischbestände in der Ostsee entnommen (ICES 2003).

Das Jungfischauftreten (Rekrutierung) über den mittelfristigen Zeitraum der Prognose wird als abhängige Variable von der Größe des Elternbestandes berechnet, und zwar nach dem Rekrutierungsmodell (3) von Ricker (1975):

$$R = \frac{S}{S_{PR_{med}}} \times e^{-\frac{S}{S_{max}}} \quad (3)$$

wobei  $R$  = Rekrutenzahl,  $S$  = Elternbestandsbiomasse,  $1/S_{PR_{med}}$  = Steigung der Funktion im Ursprung (abhängig von der mittl. Laicherbiomasse pro Rekrut),  $S_{max}$  = Laicherbiomasse, welche die maximale Anzahl von Rekruten erzeugt (Kapazität) ist.

Bei der Berechnung der Rekrutierung wurde ein Variationskoeffizient von  $CV = 1,0$  berücksichtigt, der die zufälligen Abweichungen vom Modell beziffert. In dem Rekrutierungsmodell der Simulationen sind die Werte des Rekrutierungsmodells den Werten der Bestandsabschätzung aus den Jahren 1970 bis 2006 gegenübergestellt (Abbildung 1). Das Rekrutierungsmodell beschreibt die beobachtete Variation der Abhängigkeit zwischen Bestandsgröße und Jungfischauftreten im Alter von 1 Jahr recht gut. Mit steigender Bestandsgröße besteht mit hoher Wahrscheinlichkeit eine höhere Produktivität durch erhöhtes Jungfischauftreten. Nur wenige extreme Bestandsabschätzungen der einjährigen Jungfische liegen außerhalb des Bereichs der Modellwerte. Leider liegen jedoch keine Erfahrungen mit der Rekrutierungsvariation bei Bestandsgrößen von mehr als 60 000 t vor.

Die Simulationen verwenden bei gegebener Rekrutierungsvariation die in Tabelle 1 beschriebenen Bestandsparameter und die Regeln im Managementplan über den Zeitraum von 2007 bis 2017. Dabei müssen die jährlichen TACs so festgelegt werden, dass ihre maximale jährliche Variation  $\pm 15\%$  nicht übertrifft, und die fischereiliche Sterblichkeit jährlich um 10% verringert ist. Die Reduzierung der mittleren fischereilichen Sterblichkeit über die Altersgruppen 3-6 Jahre ist bis zum Zielwert  $F = 0,6$  pro Jahr umzusetzen. Nur im besonderen Fall, bei dem die mittlere fischereiliche

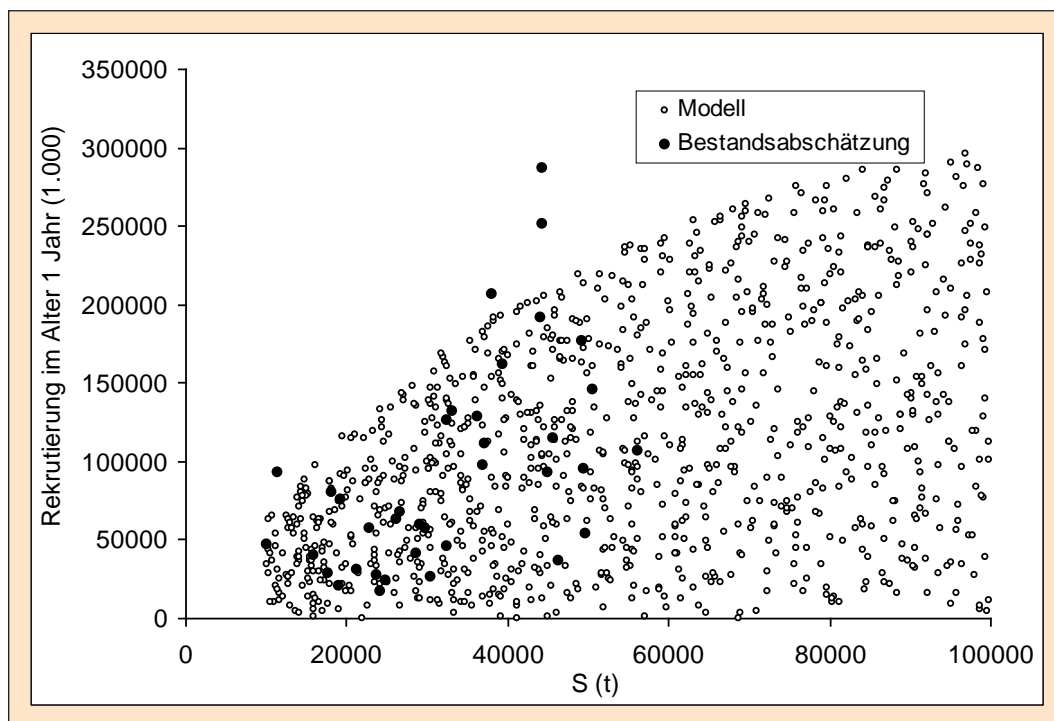


Abbildung 1: Rekrutierungsmodell nach Ricker (1975) für den westlichen Dorschbestand. Dargestellt sind die Ergebnisse des Modells im Vergleich mit den Werten der aktuellen Bestandsabschätzung über den Zeitraum 1970 bis 2006 (ICES 2007b).  $S$  = Elternbestandsbiomasse. Funktionsparameter siehe Tabelle 2.

Figure 1. Recruitment model (Ricker 1975) of the Western Baltic cod stock. Model results are compared with the estimated values of the recruitment and spawning stock from 1970 to 2006 (ICES 2007b).  $S$  = spawning stock, parameters are given in Table 2.

Sterblichkeit der Altersgruppen 3 – 6 Jahre den jährlichen Wert  $F = 1,0$  übertrifft, kann die Regel der maximalen jährlichen Variation der TACs von  $\pm 15\%$  ausgesetzt werden. Zur Abschätzung der Repräsentativität der Ergebnisse wurden je 100 Simulationen durchgerechnet und ihre Ergebnisse zusammenfassend vorgestellt.

Als Alternative testen wir auch technischen Maßnahmen zur Verbesserung der Selektion. Eine verbesserte Selektion impliziert zudem die Vermeidung des Fangs von Jungfischen und dadurch verringerte Rückwürfe von untermaßigen Fischen. Dazu müssten die Maschenöffnungen der Schleppnetze jährlich so angepasst werden, dass sich der errechnete TAC ohne Änderungen im Fischereiaufwand ergibt. Durch eine Vergrößerung der Maschenöffnung sinkt nämlich die fischereiliche Sterblichkeit für junge Fische beträchtlich. Im Gegensatz zur Aufwandsreduktion wird deshalb bei der alternativen Strategie die fischereiliche Sterblichkeit der Altersgruppen 3 - 6 nicht gleichmäßig verringert, sondern eine Verringerung der mittleren Sterblichkeit dieser Altersgruppen wird durch die Verringerung der Jungfischsterblichkeit erreicht. Bei Erreichung der Zielgröße der mittleren fischereilichen Sterblichkeit der Altersgruppen 3-6 von  $F = 0,6$  pro Jahr werden keine weiteren Vergrößerungen der Maschenöffnungen mehr vorgenommen, so dass dann ein reines TAC-Management mit den entsprechenden Anpassungen des Fischereiaufwands zur Anwendung kommt.

Die Reduktion der mittleren fischereilichen Sterblichkeit der Altersgruppen 3-6 Jahre ergibt sich aus der Berechnung und Verwendung der sogenannten Fangwahrscheinlichkeit der individuellen Fische (Bethke 2004), die als art- und altersspezifischer Faktor auf die fischereiliche Sterblichkeit jeder Altersgruppe angewendet wird:

$$p_r = \left( 1 + 9 \frac{S_L \cdot l}{S_R} \right)^{-1} \quad (4)$$

wobei  $p_r$  = Fangwahrscheinlichkeit der Altersgruppe,  $S_L$  = Selektionslängenfaktor,  $S_R$  = Selektionsbreitenfaktor,  $i$  = Maschenöffnung und  $l$  = Fischlänge der Altersgruppe ist (Tabellen 1 und 2). Die Faktoren der Selektionslänge und die Selektionsbreite sind aus Daten von Holst et al. (2005) entnommen bzw. errechnet worden. Dabei leitet sich die mittlere Fischlänge einer Altersgruppe aus der Längen-Gewichts-Funktion ab:

$$l = \left( \frac{m}{b} \right)^{\frac{1}{c}} \quad (5)$$

wobei  $l$  = mittlere Länge (cm),  $m$  = mittleres Gewicht (kg) der Altersgruppe  $a$  und die Koeffizienten  $b$  und  $c$

sind (Tabelle 2). Die Koeffizienten  $b$  und  $c$  basieren auf Daten von Ernst et al. (2000).

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Simulationen sind in der Abbildung 2 als Trends von Quantilen der Bestands- und Fischereiparameter über den Zeitraum von 2007 bis 2017 dargestellt. Sie betreffen die Entwicklung des Laicherbestandes, des Jungfischaufkommens im Alter von einem Jahr, die fischereiliche Sterblichkeit, die Maschenöffnung, die jährlichen Höchstanlandungsmengen, die jährlichen Rückwurfmengen, die prozentuale Variation der TACs im Vergleich zum Vorjahr und die mittleren Gewichte der Fische in den Anlandungen.

## Aktueller Managementplan

Die durchgezogenen Linien der Entwicklung des Laicherbestandes verdeutlichen, dass der Managementplan die negative Bestandsentwicklung der vergangenen Jahre bis 2009 aufhält und danach ein deutliches Erholungspotential bietet, und zwar weit über das erfahrene Niveau hinaus. Die großen Bestandszuwächse sind dann auch in der Lage, gute Nachwuchsjahrgänge zu produzieren.

Erst nach 2013, wenn die Bestandsgröße 100 000 t überschreitet, nimmt auch die Wahrscheinlichkeit guter Nachwuchsjahrgänge wieder ab. Der Zielwert der mittleren fischereilichen Sterblichkeit  $F = 0,6$  pro Jahr wird bereits 2010 erreicht, und nimmt in der Folge weiter kontinuierlich ab. Erst diese weitere Reduktion der fischereilichen Sterblichkeit bis auf  $F < 0,3$  pro Jahr im Jahr 2013 erscheint eine nachhaltige Bestandserholung zu gewährleisten. Die schwachen Jahrgänge, die die Fischerei derzeit tragen, führen kurzfristig sogar zu weiteren Reduktionen der Höchstanlandungsmengen von 20 000 auf 17 000 t. Danach steigen die Anlandungen kontinuierlich, zumeist um maximal 15 % pro Jahr auf über 40 000t im Jahr 2015.

Die schrittweise Zunahme der Anlandungen bedingt zunächst auch höhere Rückwurfmengen, die von aktuellen 2000 t auf fast 3000 t ansteigen und sich erst ab 2015 auf niedrigerem Niveau stabilisieren. Zunächst wird das Management der Dorschfischerei in der westlichen Ostsee nur selten gezwungen sein, die maximale jährliche Reduktion der Höchstanlandungsmenge von -15 % einzusetzen, die unmittelbaren Reduktionen der jährlichen TACs sind in den meisten Fällen etwas geringer. Nach 2009 übersteigt die jährliche Produktivität des Bestandes dann aber regelmäßig 15 %, so dass die jährlichen TAC-Zunahmen durch den Managementplan auf maximal 15 % einzuschränken sein werden. Diese Regel der maximalen TAC-Zunahme bedingt in Verbindung mit den Bestandszunahmen die

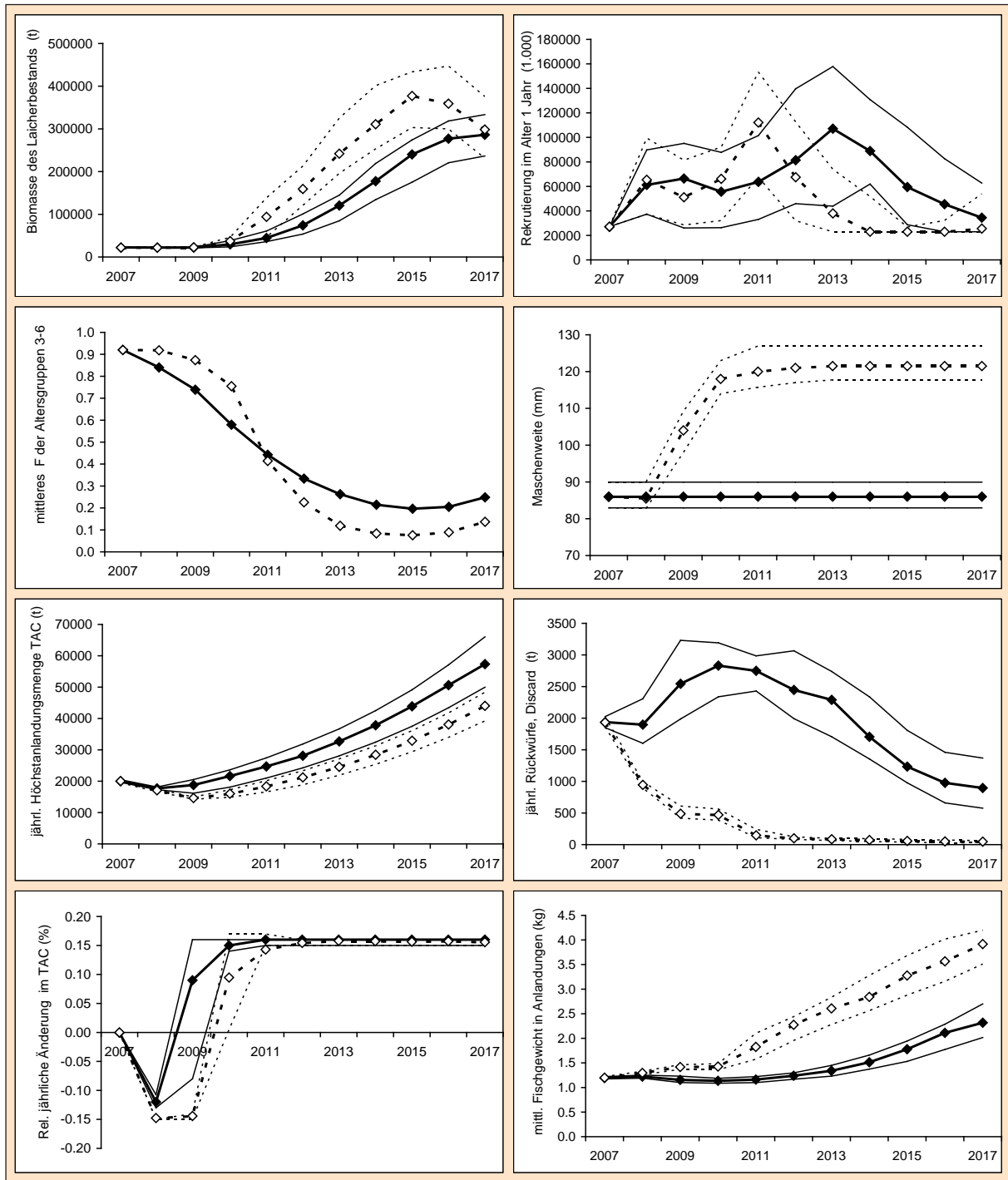


Abbildung 2: Ergebnisse aus 100 Simulationen der Bestandsparameter für den Dorsch der westlichen Ostsee über einen mittelfristigen Zeitraum von 2007 bis 2017. Dargestellt sind die Trends der 25-, 50- (Median, mit Rauten) und 75%-Quantile. Dabei stellen die durchgezogenen Linien die Ergebnisse bei Umsetzung des Managementplans (EU 2007c.) dar, während die gestrichelten Linien die Ergebnisse der alternativen Vergrößerung der Maschenöffnungen angeben.

Figure 2. Results derived from 100 simulations of Western Baltic cod stock covering the medium term period 2007-2017. Trends of the 25 %, 50 % (median with diamonds) and 75 % quantile are shown. The solid lines represent the implementation of the multi-annual management plan (EU 2007c), while the dashed lines represent the alternative technical option of mesh size increases.

Reduktion der fischereilichen Sterblichkeit weit unter den Zielwert  $F = 0,6$  pro Jahr des Managementplans. Erst nach 2015 sind höhere mittlere Gewichte aller angelandeten Fische zu verzeichnen, deren Gewicht sich nach 10 Jahren sogar verdoppelt.

### Simulationen

Die Simulationen in Abbildung 2 verdeutlichen, dass zur Erreichung der Managementziele alternativ auch technische Maßnahmen, wie Maschenvergrößerungen, eingesetzt werden können. Die gestrichelten Linien des Trends der Quantile des Laicherbestands und des daraus folgenden Jungfischaufkommens aus den Maschenvergrößerungen folgen zunächst dem Trend des Managementplans ohne Maschenveränderungen, die Bestandsgröße zeigt nach 5 Jahren aber stärkere Zunahmen.

Derart hohe Bestandsgrößen erzeugen bei der simulierten Dichteabhängigkeit kein höheres Jungfischaufkommen. Im Vergleich zur vorgeschriebenen jährlichen Reduktion der jährlichen fischereilichen Sterblichkeit um 10 % reduzieren sich die Höchstanlandungsmengen zunächst stärker (–15 %) und können dann aufgrund der maximal erlaubten Zunahme um 15 % pro Jahr auch nur langsamer ansteigen.

Trotz der verspäteten Zunahmen der TACs übertreffen die Höchstanlandungsmengen auch bei Vergrößerungen der Maschen 40 000 t zum Ende des Projektionszeitraums. Zur Erreichung der Managementziele sind die Maschenöffnungen der Schleppnetze von 85 mm im Startjahr 2007 auf mehr als 120 mm bis zum Jahr 2011 zu vergrößern und bleiben dann konstant.

Bei Erreichung des Managementziels von  $F = 0,6$  pro Jahr soll lediglich die Ausschöpfung der jährlichen Höchstanlandungsmengen ohne weitere Anpassung der Maschenöffnung gesichert werden, jedoch unter der Bedingung der maximalen jährlichen Variation von  $\pm 15$  %. Tatsächlich ist diese Managementregel sowohl kurz- als auch mittelfristig regelmäßig anzuwenden. Zunächst verhindert die maximale TAC-Reduktion von –15 % häufig die jährliche Abnahme der fischereilichen Sterblichkeit um 10 %. Ab 2011 ist dann die Produktivität des Bestandes so stark angestiegen, dass die maximale TAC-Zunahme von +15 % regelmäßig in Kraft tritt. Bei weiteren Abnahmen der fischereilichen Sterblichkeit auf  $F < 0,3$  pro Jahr ist so das erhebliche Erholungspotential zu registrieren. Das im Vergleich zum Managementplan höhere Erholungspotential ist insbesondere auf die zunehmende Selektion größerer Fische mit größeren Maschen zurückzuführen, die sich auch in einer raschen und fast vollständigen Vermeidung der Rückwürfe und in einer kontinuier-

lichen Zunahme des mittleren Fischgewichts in den Anlandungen von 1,2 kg auf 4 kg manifestiert.

### Diskussion

Die hier vorgestellten Simulationen zum mehrjährigen Managementplan der Dorschfischereien in der westlichen Ostsee (EU 2007c) verdeutlichen, dass die Zielvorgabe einer Reduktion der mittleren fischereilichen Sterblichkeit der Altersgruppen 3-6 Jahre auf  $F = 0,6$  pro Jahr bis zum Jahr 2010 durchaus zu erreichen ist. Insbesondere die Einschränkung der jährlichen Variabilität der Höchstanlandungsmengen impliziert Reduktionen der fischereilichen Sterblichkeit weit unter den Zielwert. Bei diesem stark reduzierten Nutzungsgrad kann sich die Produktivität des Bestandes mit deutlichen Zuwächsen des Bestandes und der Anlandungen erst optimal entwickeln.

Der Managementplan scheint, unter Berücksichtigung der Unsicherheiten in der Abschätzung des Jungfischaufkommens, mit den neuen Managementzielen des MSY der GFP konsistent zu sein. Diese Feststellung gilt allerdings nur unter den Voraussetzungen einer unveränderten Bestandsproduktivität und einer tatsächlichen Umsetzung der Fischereiregelungen. Sollte die Bestandsproduktivität durch ökologische Effekte wie seltenem Zustrom von Nordseewasser (Sparholt 1996) oder erhöhter Eier- und Larvensterblichkeit (Köster et al. 2005; Andersen et al. 2008) beeinträchtigt sein, so ist das nachhaltige Nutzungsniveau sicher deutlich geringer zu veranschlagen.

Die hier vorgestellten Simulationen des mehrjährigen Managementplans bestätigen die vom ICES berechneten Werte der fischereilichen Sterblichkeit von  $F_{0,1} = 0,15$  und  $F_{\max} = 0,25$  pro Jahr des ICES (2007a, ICES 2008:  $F_{\max} = 0,271$  und  $F_{0,1} = 0,163$ ), die deutlich niedriger sind als die im Managementplan aufgeführte Zielgröße von  $F = 0,6$ . Das Niveau der nachhaltigen Nutzungsrate für den Dorschbestand der westlichen Ostsee sollte – unter Berücksichtigung von Unsicherheiten bei den Umwelteinflüssen (Brander 2005; Kuikka et al. 1999) – sobald wie möglich wissenschaftlich eingeschätzt und im Managementplan als Zielgröße berücksichtigt werden.

Alternativ zu den TAC-Anpassungen und den seit 2008 eingeführten maximalen Fischereiaufwandsregelungen durch Begrenzung der Seetage pro Schiff und Fanggerät (2007b) haben wir hier eine schrittweise Vergrößerung der Maschen in der dominanten Fanggerätegruppe der Bodenschleppnetze zur Umsetzung der vorgesehenen Reduktionen der fischereilichen Sterblichkeit getestet. Die technische Maßnahme ermöglicht eine weitgehend identische Entwicklung der Bestands- und Fischereiparameter für den westlichen Dorschbestand. Gleichzeitig wer-

den die Zielvorgaben zu Voraussetzungen eines MSY und einer vollständigen Vermeidung von Rückwürfen untermaßiger Fische erfüllt, was auf eine verbesserte Selektion zurückzuführen ist. Die signifikanten Zunahmen der mittleren Gewichte der angelandeten Fische bergen zudem ein wesentliches ökonomisches Gewinnpotential.

Allerdings implizieren die technischen Maßnahmen im Gegensatz zum TAC Management potentielle Änderungen der Fängigkeiten von Beifangarten (z. B. Wittling), die nicht Bestandteil dieser Untersuchung waren und gegebenenfalls noch berücksichtigt werden müssen. Beide Szenarien, einerseits die direkten TAC-Regelungen kombiniert mit dem unterstützenden Management des Fischereiaufwandes und andererseits die technische Option der Anpassung der Maschenöffnungen, sollten Gegenstand einer fischereiökonomischen Begutachtung sein.

Zur Erreichung der Nachhaltigkeit eines hohen Ertrages sind ein stringentes Management der Überkapazitäten der Fischereifloten und effektive Kontrollen der Fischereiregelungen unerlässlich. Diese Voraussetzungen werden durch nahe und gemeinsame Fischereigründe mit den getrennt bewirtschafteten Dorschbeständen im Kattegat und der östlichen Ostsee sehr erschwert.

Suuronen et al. (2007) konnten zeigen, dass die technischen Maßnahmen seit 1990 keinen nachhaltigen Einfluss auf den Fang und Rückwurf (Discard) von Jungdorschen hatten. So wurden bereits eingeführte Vergrößerungen der Mindestmaschenöffnung auf Druck der Fischereiindustrie wieder zurückgenommen. Außerdem waren legale und illegale Netzmanipulationen weit verbreitet. Derartige Netzmanipulationen sind nicht quantifizierbar und konnten in den Simulationen nicht berücksichtigt werden. TACs und maximale Fangtage pro Schiff sind sicher einfacher zu kontrollieren. Ihre Reduktion zur vollständigen Implementierung des mehrjährigen Managementplans stellt nach den Erfahrungen aus dem Wiederauffüllungsplan der Kabeljaubestände (EU 2004) aber hohe Anforderungen an das Fischereimanagement, die Fischer und die beratende Fischereiwissenschaft.

## Zitierte Literatur

Andersen, K. H. C. Möllmann and F. W. Köster 2008. Process-based model for direct and indirect effects of hydrographic conditions on Central Baltic cod (*Gadus morhua*) egg mortality. *Fisheries Oceanography* 17 (2), 84–88.

Bethke, E., 2004. A simple approach to codend selectivity of trawls and its application to the data of Fiorentino et al. (1998) for Hake (*Merluccius merluccius*). *Fisheries Research*, Vol. 70 (1), 113–119.

Brander, K. M. 2005. Cod recruitment is strongly affected by climate when stock biomass is low. *ICES Journal of Marine Science* 62(3): 339–343.

Ernst, P., Müller, H., Dahm, E., Gabriel, O. 2000. Konzept für eine bestandsschonendere Nutzung der Dorschvorkommen in der westlichen Ostsee. *Inf. Fischwirtsch. Fischereiforsch.* (47) 1, 19–24.

EU 2004. Council Regulation (EC) No 423/2004 of 26 February 2004 establishing measures for the recovery of cod stocks, 4 pp.

EU 2005. Council Regulation (EC) No 2187/2005 of 21 December 2005 for the conservation of fishery resources through technical measures in the Baltic Sea, the Belts and the Sound, amending Regulation (EC) No 1434/98 and repealing Regulation (EC) No 88/98, 23 pp.

EU 2007a. Fischereiratsbeschluss 2841. Ratssitzung, Brüssel, 17. Dezember 2007 zur Implementierung der Nachhaltigkeit in EU Fischereien durch den maximalen Dauerertrag. [http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms\\_Data/docs/pressData/en/agricult/97717.pdf](http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/agricult/97717.pdf)

EU 2007b. Council Regulation (EC) No 1404/2007 of 26 November 2007 fixing the fishing opportunities and associated conditions for certain fish stocks and groups of fish stocks applicable in the Baltic Sea for 2008, 9 pp.

EU 2007c. Council Regulation (EC) No 1098/2007 of 18 September 2007 establishing a multiannual plan for the cod stocks in the Baltic Sea and the fisheries exploiting those stocks, amending Regulation (EEC) No 2847/93 and repealing Regulation (EC) No 779/97, 10 pp.

FAO 1996. Precautionary approach to fisheries. Part 2: scientific papers. Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (including Species Introductions), Lysekil, Sweden, 6–13 June 1996. *FAO Technical Paper*, no. 350, Part 2, Rome: FAO

Hinrichsen, H.-H., U. Böttcher, R. Oeberst, R. Voss and A. Lehmann 2001. The potential for advective exchange of the early life stages between the western and eastern Baltic cod (*Gadus morhua* L.) stocks. *Fish. Oceanogr.* 10: 249–258.

Holst R., Dahm E., Moderhak W., Valentinsson D., and Graham N., 2005. A meta-analysis of data from experiments with T90 and Bacoma Codends. Paper to International Baltic Sea Fisheries Commission (IBSFC), 23 pp.

ICES 2003. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). *ICES CM 2003/ACFM*: 21. 522 pp.

ICES 2007a. Report of the ICES Advisory Committee on Fishery Management, Advisory Committee on the Marine Environment and Advisory Committee on Ecosystems, 2007. *ICES Advice. Books 8*, 147 pp.

ICES 2007b. Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS), 17–26 April 2007, ICES Headquarters. *ICES CM 2007/ACFM*:15. 727 pp.

Köster, F. W., C. Möllmann, H.-H. Hinrichsen, K. Wieland, J. Tomkiewicz, G. Kraus, R. Voss, A. Makarchoukd, B. R. MacKenzie, M. A. St. John, D. Schnack, N. Rohlf, T. Linkowski and J. E. Beyera 2005. Baltic cod recruitment – the impact of climate variability on key processes. *ICES Journal of Marine Science* 62(7):1408–1425.



- Kuikka, S., M. Hildén, H. Gislason, S. Hansson, H. Sparholt and O. Varis 1999. Environmentally Driven Uncertainties in Baltic Cod Management - Modelling by Bayesian Influence Diagrams. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.*, 56: 629-641.
- Nielsen, E. E., P. Grønkjær, D. Meldrup, and H. Paulsen 2005. Retention of juveniles within a hybrid zone between North Sea and Baltic Sea Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 2219–2225.
- Nielsen, E.E., M. M. Hansen, C. Schmidt, D. Meldrup and P. Grønkjær. 2001. Population of origin of Atlantic cod. *Nature*, Vol. 413, no 6853: 272.
- Oeberst, R. 2001. The importance of the Belt Sea cod for the easter Baltic cod stock. *Arch. Fish. Mar. Res.* 49: 83–102.
- Otterlind G. 1985. Cod migration and transplantation experiments in the Baltic. *Journal of Applied Ichthyology* 1 (1), 3–16.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada* 191, 382 pp.
- Sparholt, H. 1996. Causal correlation between recruitment and spawning stock size of central Baltic cod? *ICES Journal of Marine Science* 53(5):771-779.
- Suuronen, P., Tschernij, V., Jounela, P., Valentinsson, D., Larsson, P-O. 2007. Factors affecting rule compliance with mesh size regulations in the Baltic cod trawl fishery. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 64, Number 8, pp. 1603-1606.
- UN 2002. Report of the World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002. *A/CONF.199/20\**, United Nations publication, Sales No. E.03.II.A.1, ISBN 92-1-104521-5, 173pp.
-