

## SEEFISCHEREI

# Die Entwicklung des atlantischen Kabeljaubestandes vor Grönland in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Hans-Joachim Rätz, Institut für Seefischerei, Außenstelle Bremerhaven

Der grönländische Kabeljaubestand kollabierte bereits in den späten 60ern und erreichte in den letzten 25 Jahren nur noch selten 10 % seiner ursprünglichen Größe des Jahres 1955. Akzeptiert man das Konzept eines sich selbst rekrutierenden Bestandes, so erscheint die rigorose Nutzungsstrategie der vergangenen 40 Jahre als unangepaßt. Die jährlichen Nutzungsraten waren nicht an konservativen Managementoptionen ausgerichtet und übertrafen die Produktivität des Bestandes so weit, daß sein Zusammenbruch folgerichtig war. Nach Simulationsberechnungen erklären die signifikanten Einflüsse der Größe des Elternbestandes und der Temperatur den Rekrutierungsausfall in den späten 60ern und danach. Ungünstige Kälteperioden mit negativen Einflüssen auf die Rekrutierung haben sicher wesentlich zum Bestandskollaps beigetragen. Sie dürfen jedoch nicht als ursächlich aufgeführt werden, da auch ökologische Effekte in einer angepaßten Befischungsstrategie unbedingt zu berücksichtigen sind. Bis heute befindet sich der Elternbestand auf einem derart niedrigen Niveau, daß die Chancen einer erfolgreichen Rekrutierung und einer substantiellen Bestandserholung auch unter günstigsten hydrographischen Bedingungen gering sind.

### Einleitung

Zu Beginn der 90er ist die einstmals ertragreiche Fischerei auf den Grönlandkabeljau, an der die deutsche Fischwirtschaft mit großen Anteilen partizipierte, aufgrund unwirtschaftlicher Fangraten eingestellt worden. Die Verfügbarkeit einer umfangreichen Überarbeitung der Statistiken aller am Fang beteiligten Nationen (Horsted 1994) und der deutschen Daten aus kommerziellen Fängen von 1955 bis 1992 ermöglichte dem Autor im Rahmen der ICES North Western Working Group die Neuberechnung der Bestandsgröße und -strukturen (Anon. 1996 a). Die Ergebnisse werden hinsichtlich der fischereilichen Nutzung und Umweltveränderungen analysiert. Die Motivation zur Untersuchung der historischen Daten leitet sich aus der Erkennung möglicher Ursachen eines Bestandskollapses und der Einschätzung der Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses ab. Da auch alle anderen Kabeljaubestände des Nordwestatlantiks bis auf unproduktive Reste dezimiert sind, werden die Ergebnisse mit den Vorgängen aus diesen Beständen vergleichend diskutiert.

### Material und Methodik

Die aktualisierte Fangstatistik der vergangenen 40 Jahre ist in der Abbildung 1 dargestellt. Danach betragen

### The development of the atlantic cod stock off Greenland during the second half of the 20th century

Based on the results of an analytical assessment, the Atlantic cod stock off Greenland collapsed already in the late 60s and, since then, reached rarely the 10 % level of its size in 1955. Applying the concept of a self-sustaining stock, the drastic harvesting strategy of the past four decades must be considered inadequate. The stock collapse was therefore found consistent with annual exploitation rates being not adjusted to conservative management options and exceeding the productivity of the stock by far. The results of a multiplicative model explained the following recruitment failure based on significant effects of spawning stock size as well as temperature. Certainly, cold periods have negatively affected the recruitment process and consequently contributed to the stock collapse. However, such ecological effects should not be itemized causal but must be taken into account regarding appropriate stock management. Till today, the spawning stock remained severely depleted causing a low probability of a successful recruitment and a substantial stock recovery.

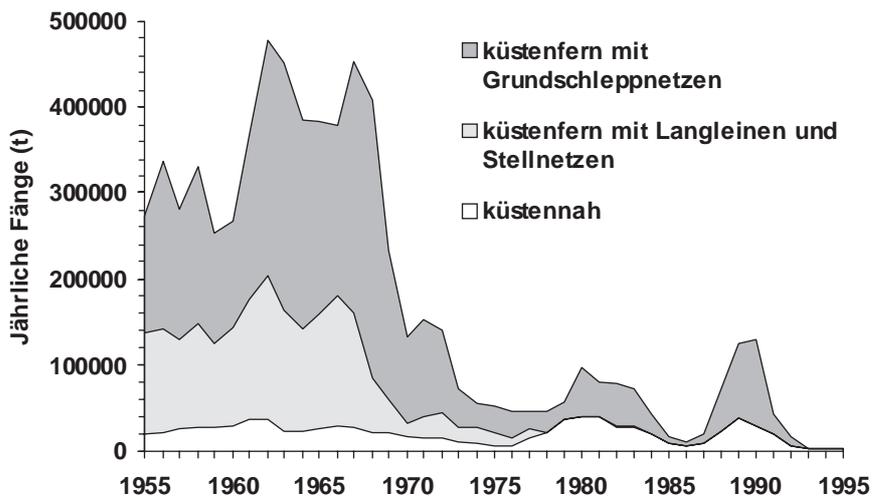


Abb. 1: Jährliche Fänge an Kabeljau vor Grönland nach Gebieten und Fanggeräten im Zeitraum von 1955 bis 1995 (Horsted, 1994).

Annual catches of cod off Greenland by area and gear, 1952-1995 (Horsted, 1994)

die jährlichen Erträge von 1955 bis etwa 1960 um 300 000 t. In den 60ern konnten die Fänge durch Aufwandssteigerungen auf über 400 000 t gesteigert werden. Aber bereits zu Beginn der 70er reduzierte sich der Ertrag auf 100 000 t. Diese negative Entwicklung setzte sich unmittelbar fort. Seit 1974 wurde das Niveau von 80 000 t nur noch zweimal erreicht, und zwar in den Zeiträumen 1980-81 und 1989-90. Der Abbildung 1 ist zu entnehmen, daß die küstenfern erzielten Fänge die Erträge aus den küstennahen Fjordgebieten stets um ein Vielfaches übertrafen. Über ein Kalenderjahr wurden in den ausgedehnten Fjordsystemen mit Stellnetzen und Langleinen selten mehr als 30 000 t Kabeljau erbeutet. Die größten Fänge wurden in küstenfernen Schelfgebieten und am Kontinentalhang mit Langleinen, Stell- und Grundschleppnetzen erzielt. Aufgrund von Ertragseinbußen wurden 1977 Langleinen und Stellnetzfishereien eingestellt und es kamen danach nur noch Grundschleppnetze in der gezielten Kabeljaufischerei zum Einsatz. 1992 wurden auch diese Aktivitäten eingestellt. Zum Ausgleich einer besonders individuenreichen Abwanderung nach Island wurden die Zahlen der getätigten Fänge in den Jahren 1980, 1981 und 1990 um jeweils 39 600 t, 16 450 t und 27 300 t angehoben. In der hier vorgestellte Bestandsanalyse fanden nur Fänge und Proben aus den küstenfernen Fanggebieten Berücksichtigung.

Der erste Schritt in einer analytischen Bestandsabschätzung ist die Berechnung der Längen- und Altersstruktur der jährlichen Anlandungen. Dazu wurden seit 1955 auf den Fischmärkten in Bremerhaven und Cuxhaven, während kommerzieller Fangreisen und

Suchreisen deutscher Forschungsschiffe insgesamt 746 Proben gezogen. Neben Längen-, Gewichts- und Reifungsdaten wurden dabei auch Gehörsteine (Otolithen) gesammelt, an denen in den vergangenen 40 Jahren insgesamt 190 505 individuelle Altersbestimmungen durchgeführt wurden. Die Erstellung der Altersstruktur der Fänge ermöglicht die Berechnung der Anzahl erbeuteter Fische der einzelnen Geburtsjahrgänge nicht nur innerhalb eines Jahres, sondern in der Summe über die Jahre auch für ihre gesamte Lebensdauer. Unter Berücksichtigung einer natürlich bedingten Sterblichkeitsrate von 18 % und einer konstanten Ab-

wanderungsrate nach Island von 8 % ergibt sich nur für die Altersgruppen von fünf Jahren und älter die Abschätzung der fischereilich bedingten Sterblichkeitsraten und der Bestandsgröße pro Geburtsjahrgang und Jahr. In der vorliegenden Analyse wurden die Häufigkeiten und fischereilich bedingten Sterblichkeitsraten der Geburtsjahrgänge im Alter von drei bis elf Jahren berechnet, wobei die der Gruppe der elfjährigen auch alle älteren Kabeljau einschließt. Die erforderliche Kalibrierung der Berechnungen der aktuellsten Jahre basiert dabei auf der Altersstruktur der deutschen Grundfischuntersuchungen mit Forschungsschiffen.

Zusätzlich zu den Individuenanzahlen ist das Bestandsgewicht eine wichtige Kenngröße. Für den Zeitraum von 1955 bis 1992 wurde das mittlere Gewicht der drei- bis sechzehnjährigen Kabeljau aus ihren mittleren Längen und einer Längen-Gewichtsbeziehung errechnet, die auf 3482 Einzelwägungen beruht. In die Berechnung der Größe des Elternbestandes in Anzahl und Gewicht gehen alte Daten der Geschlechtsreife ein, da neuere Untersuchungen leider fehlen. Danach beginnt die Geschlechtsreife im Alter von fünf Jahren und ist erst im Alter von acht Jahren nahezu abgeschlossen. Die Analyse der fischereilichen Sterblichkeit ergab, daß die grönländischen Kabeljau erst im Alter von sieben Jahren vollständig von der Fischerei erfaßt werden, jüngere Fische halten sich zu größeren Anteilen außerhalb der Fanggebiete auf oder werden von den Grundschleppnetzen weniger stark selektiert. Zur Beurteilung der in den vergangenen 40 Jahren angewandten Nutzungsstrategie wurde unter Berücksichtigung der Altersgruppen von drei bis sechzehn Jahren, einer

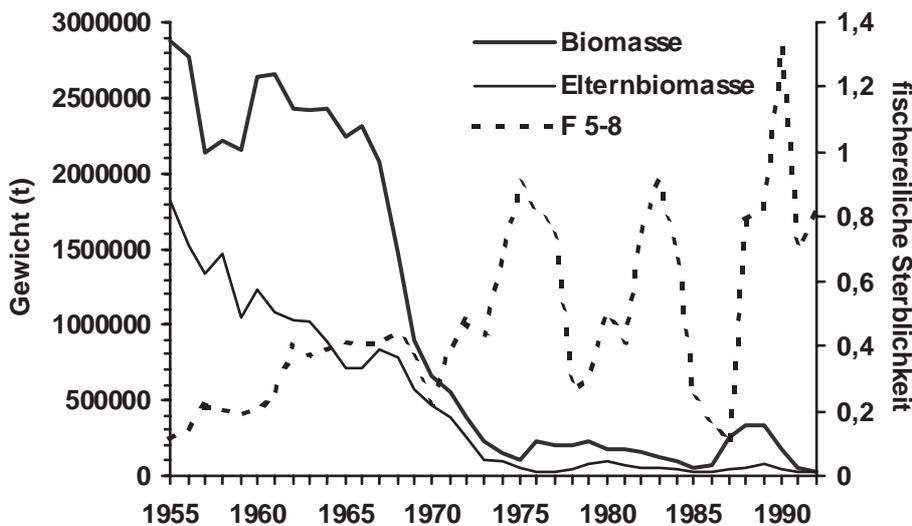


Abb. 2: Gewicht des Eltern- und Gesamtbestandes des Kabeljau vor Grönland und der Koeffizient der fischereilichen Sterblichkeitsraten in den Jahren von 1955 bis 1992 (nur küstenfern).

Stock and spawning stock biomass of cod off Greenland and coefficient of fishing mortality rates, 1955-92 (offshore only).

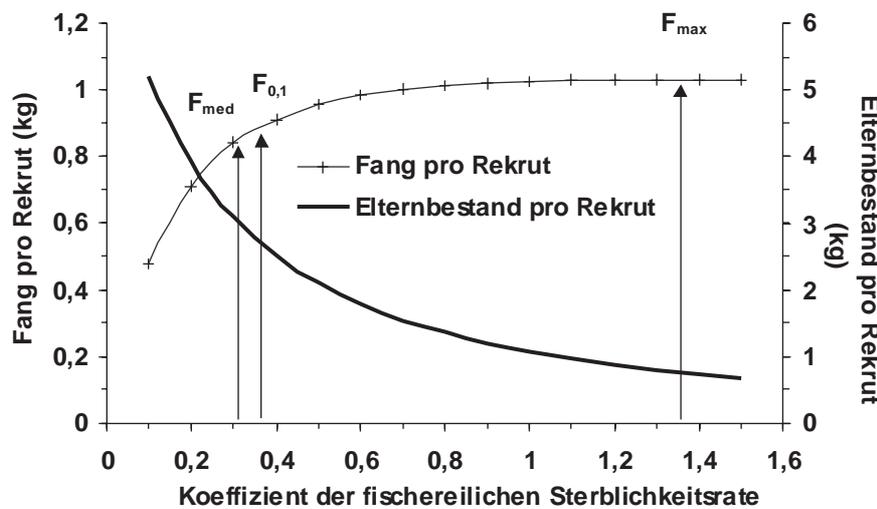


Abb. 3: Berechnungsmodell des Fanges pro Rekrut und Elternbestandes pro Rekrut als Funktion des Koeffizienten der fischereilichen Sterblichkeitsrate für den Kabeljaubestand vor Grönland. Die Managementoptionen  $F_{med}$ ,  $F_{0,1}$  und  $F_{max}$  sind durch Pfeile markiert.

Yield and spawning stock per recruit models for the cod stock off Greenland. The management options  $F_{med}$ ,  $F_{0,1}$  and  $F_{max}$  are indicated by arrows.

asymptotischen Selektionskurve und der Annahme einer konstanten Rekrutierung ein Ertragsmodell formuliert (Rivard 1982, Fang und Elternbiomasse pro Rekrut nach der Methode von Thompson und Bell).

Die Rekrutierung des Bestandes wurde hinsichtlich der Größe des Elternbestandes und der klimatischen Ent-

wicklung untersucht. Dazu wurde die Zeitserie der Temperaturmessungen im Juni in der 50 m starken Deckschicht auf der Fyllas herangezogen (Stein und Buch 1991). Aufgrund der großen Variation der Temperaturwerte wurden über einen Zeitraum von fünf Jahren geglättete Werte ermittelt und verwandt. Die Berechnung der Diversitäts- und der Evennessindices der dreibis zwölfjährigen Kabeljau diente einer Einschätzung der Veränderungen in der Bestandsstruktur (Pielou 1966).

### Ergebnisse

Die Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Bestandsgröße des grönländischen Kabeljau innerhalb des Zeitraumes von 1955 bis 1992, und zwar getrennt für den Eltern- und den Gesamtbestand. Bis Mitte der 60er variierte das Bestands-gewicht zwischen zwei und drei Millionen t und war relativ stabil. Dagegen verringerte sich der Elternbestand von 1955 bis 1965 bereits um 61 %. In den folgenden sieben Jahren kollabier-te der Bestand auf ein Gewicht von weniger als 400 000 t, nur noch 16 % seiner ursprünglichen Größe. In den letzten 25 Jahren hat der Bestand nur zweimal 10 % seines

ursprünglichen Bestands-gewichtes von mehr als 2 Mil-lionen t knapp übertroffen, und zwar von 1976 bis 1979 und in den Jahren von 1987 bis 1989.

Gleichzeitig zeigt die Abbildung 2 den Trend des Ko-effizienten der fischereilichen Sterblichkeitsrate, und zwar gemittelt für die Altersgruppen von fünf bis acht

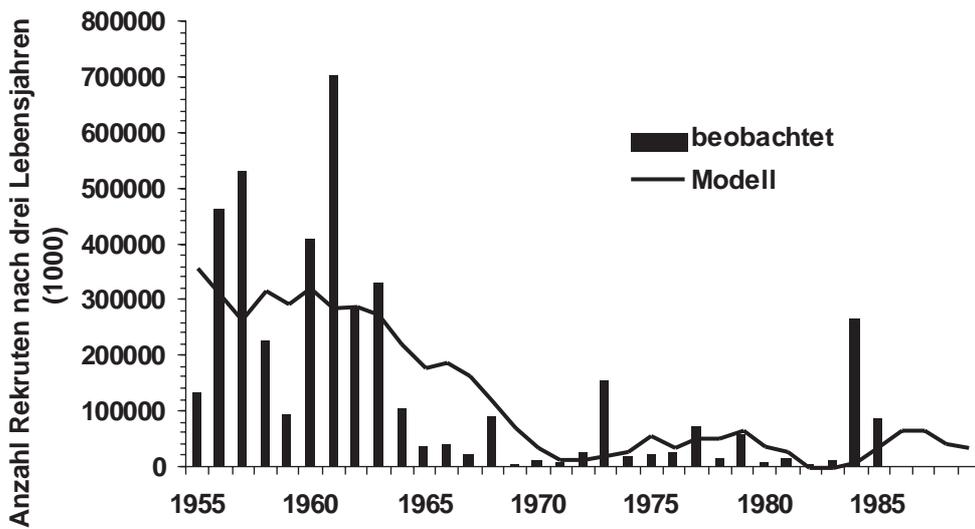


Abb. 4: Vergleich zwischen der beobachteten Anzahl Rekruten der Geburtsjahrgänge nach drei Lebensjahren und den Ergebnissen aus dem Rekrutierungsmodell auf der Basis einer multiplen linearen Regression mit der Größe des Elternbestandes ( $x, t$ ) und der Temperatur ( $y, ^\circ\text{C}$ ) auf der Fyllas Bank als Berechnungsvariablen.  $f(x,y) = -128637 + 0,170272x + 100055y$ ,  $p=0,00$ ,  $r^2=0,46$

Comparison between observed numbers of recruits by year class at the age of three years and results of the recruitment model based on a multiple linear regression using the spawning stock biomass ( $x, t$ ) and subsurface temperature ( $^\circ\text{C}$ ) at the top of the Fyllas Bank as input variables.

Jahren. Von 1955 bis 1973 stieg die fischereiliche Mortalität stets an, von anfänglich 0,2 bis auf mehr als 0,4 was einer jährlichen Nutzung von 18 bis 33 % entspricht. Nach 1973 war die jährliche fischereiliche Mortalität sehr variabel und übertraf zeitweise das Niveau von 0,6 oder 45 % des Bestandes deutlich. Die Abbildung 3 zeigt das Ertragsmodell des grönländischen Kabeljaubestandes. Als Funktion einer zunehmenden fischereilichen Sterblichkeit nimmt danach der Ertrag zunächst rasch zu. Die häufig angewandten Managementoptionen  $F_{\text{med}}$  und  $F_{0,1}$  sind als Pfeile markiert und betragen jeweils 0,31 bzw. 0,36. Auch bei wesentlich höheren fischereilichen Sterblichkeiten ist kein deutlicher Ertragsgewinn mehr zu erzielen, er bleibt in jedem Fall unter 14 %. Dagegen verringert sich die Größe des Elternbestandes bei höheren fischereilichen Sterblichkeiten exponentiell. Der errechnete Elternbestand bei der fischereilichen Sterblichkeit mit maximalem Ertrag ( $F_{\text{max}}=1,36$ ) ist im Vergleich zum Richtwert  $F_{0,1}$  um 75 % reduziert und trägt das hohe Risiko einer verringerten Rekrutierung.

Tatsächlich ist die Rekrutierung im grönländischen Kabeljaubestand von einer großen Variabilität gekennzeichnet, sie reicht bei den dreijährigen Kabeljau von fast völligem Ausbleiben einzelner Jahrgänge bis zum Maximum von mehr als 700 Millionen Fischen. In der Abbildung 4 sind die Individuenanzahlen der Geburtsjahrgänge im Alter von drei Jahren in Form von Säulen aufgetragen. Danach verzeichnete der Kabeljaubestand

nach 1963 deutliche Rekrutierungsschwierigkeiten, nur die beiden Geburtsjahrgänge 1973 und 1984 übertrafen mit 150 bzw. 270 Millionen noch das langjährige Mittel von 130 Millionen. Von 1955 bis 1964 waren noch 80 % aller Geburtsjahrgänge individuenreicher als das mittlere Niveau. Im Vergleich zwischen der Größe des Elternbestandes und des Rekrutierungserfolges zeichnet sich eine positive und hoch signifikante Beziehung

ab. Die lineare Regression zwischen beiden Variablen erklärt 41 % der beobachteten Variation in der Rekrutierung. Aber auch der Vergleich mit der Temperatur ergab ein positives Ergebnis von nicht zufälligem Charakter. So lassen sich 24 % der Variation in der Rekrutierung mit den Veränderungen der Wassertemperatur auf der Fyllas Bank erklären. Auf der Basis der Datenreihen über den Elternbestand und die Temperatur wurde mittels einer multiplen linearen Regressionsanalyse ein Rekrutierungsmodell entwickelt, dessen Ergebnis in der Abbildung 4 den Beobachtungswerten gegenübergestellt ist. Trotz großer Abweichungen zwischen beiden Datenreihen simuliert das Modell die Abnahmen in der Stärke der Nachwuchsjahrgänge gut und erklärt insgesamt 46 % der beobachteten Variation.

In der Abbildung 5 ist der Altersaufbau im Bestand der grönländischen Kabeljau dargestellt. Bis zu Beginn der 70er betrug das mittlere Alter bei geringer Schwankungsbreite sechs bis acht Jahre. Seitdem variiert das mittlere Alter auf niedrigerem Niveau sehr stark zwischen vier und sieben Jahren. Dominiert von den beiden individuenreichen Geburtsjahrgängen 1973 und 1984 nimmt das mittlere Alter von 1976 bis 1983 und von 1988 bis 1993 von Jahr zu Jahr zu und bricht in Zeitintervallen dazwischen auf minimale Werte ein. Die Diversitäts- und Evennessindices sind dimensionslose Kenngrößen der Verteilung der Individuen auf die Altersgruppen. Mit zunehmender Gleichverteilung der Fische auf die Altersgruppen nimmt der Diversitätsindex

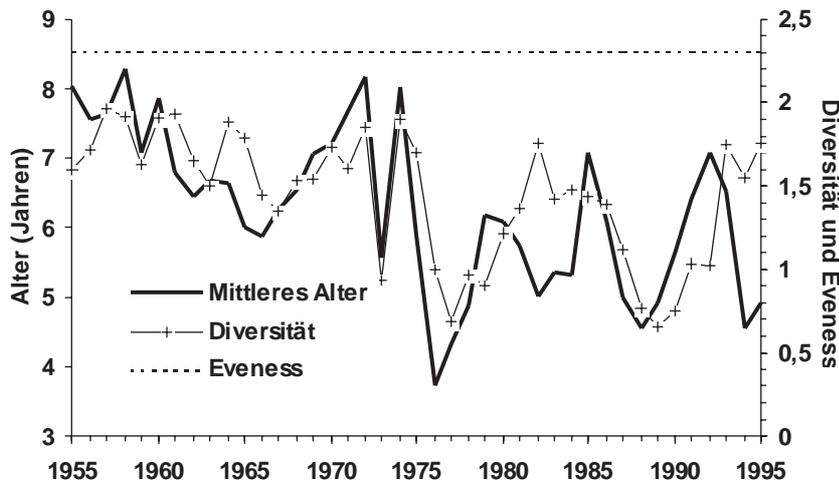


Abb. 5: Mittleres Alter, Diversitäts- und Evenness-Indices der drei- bis zwölfjährigen Fische im Kabeljaubestand vor Grönland in den Jahren von 1955 bis 1995 (nur küstenfern).

Mean age, diversity and evenness indices covering age groups 3 to 12 years of the cod stock off Greenland, 1955-95 (offshore only).

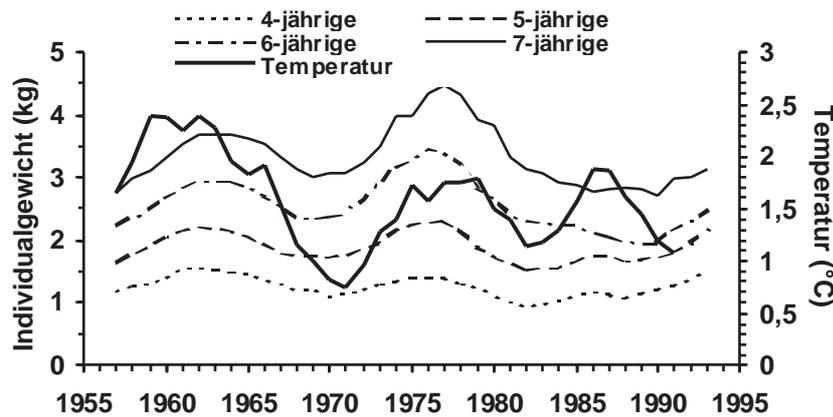


Abb. 6: Mittleres Individualgewicht der vier- bis siebenjährigen gefangenen Kabeljau vor Grönland in den Jahren 1957 bis 1993 (nur küstenfern) und mittlere Temperatur der Deckschicht auf der Fyllas Bank. Die Daten sind jeweils über fünf Jahre geglättet!

Mean individual catch weight of cod off Grennland at ages 4 to 7, 1957-93 (offshore only) and mean temperature on top of Fyllas Bank. The data presented are running means over a period of 5 years!

zu. Bei völliger Gleichverteilung erreicht der Index den maximalen Wert der Evenness, bei zehn Altersgruppen beträgt er 2,3 (s. gestrichelte Linie in Abb. 5). Bei der Trendanalyse der Diversität fällt zunächst auf, daß das mittlere Alter und die Diversität ähnlich verlaufen. Wurden bis zu den frühen 70ern regelmäßig große Diversitäten der Individuenverteilung auf die Altersgruppen berechnet, so waren danach die Wert deutlich kleiner und von einer großen Variabilität gekennzeichnet. Die Dominanz der beiden bestandstragenden Jahrgänge 1973 und 1984 verursachte besonders geringe Diversitätsindices von weniger als 1,0. Die zunehmende Distanz zwischen der als gestrichelte Linie dargestellten Evenness und der Diversität deutet auf eine Verarmung des Bestandes von einer sehr diversen Altersstruktur hin zu einem Aufbau, der zeitweise nur noch von Individuen einzelner Jahrgänge getragen wird.

Die Abbildung 6 zeigt die Trends in dem mittleren Individualgewicht der vier- bis siebenjährigen Kabeljau im Vergleich zu der Wassertemperatur in der Deckschicht über der Fyllas Bank. Aufgrund starker Schwankungen

Tab. 1: Liste der linearen Korrelations- und Regressionsparameter zwischen den über den Zeitraum von fünf Jahren gemittelten Individualgewichten der grönländischen Kabeljau im Alter von vier bis sieben Jahren und der Wassertemperatur der Deckschicht auf der Fyllas Bank von 1957 bis 1991.

List of linear correlation and regression parameters between five year running means of individual weights of cod off Greenland at ages four to seven and water temperature at the top of Fyllas Bank, 1957-91.

Altersgruppe (Jahre)	n	p	r <sup>2</sup>	Funktion f(x)=Gewicht (kg), x=Temp.°C
4	35	0,000	0,44	f(x)=0,877+0,240x
5	35	0,000	0,29	f(x)=1,446+0,276x
6	35	0,054	0,11	f(x)=2,094+0,307x
7	35	0,096	0,08	f(x)=2,861+0,311x

werden hier nicht die Rohdaten sondern über fünf Jahre gemittelte Werte verglichen. Es zeigt sich deutlich, daß die untersuchten Altersgruppen sehr ähnliche Wachstumsmuster aufweisen. In der Mitte der 50er, zu Beginn der 70er und der 80er Dekaden waren die Fische besonders leicht. Gerade diese Zeiträume sind ausgesprochenen Kälteperioden. Analysiert man die Zeitreihen, so ergeben sich signifikante Zusammenhänge zwischen dem Individualgewicht und der Temperatur, die für die Altersgruppen von vier bis sieben Jahren jeweils 44, 29, 11 und 8 % der beobachteten Variabilität erklären. Die linearen Korrelations- und Regressionsparameter sind in der Tabelle 1 aufgelistet.

## Diskussion

Das Vorkommen des Atlantischen Kabeljau vor Grönland wird häufig als periodisch bezeichnet. Hansen (1949) zitiert historische Aufzeichnungen, nach denen von 1820 bis 1850 vor Westgrönland eine ertragreiche Fischerei stattfand. In den unmittelbar folgenden Jahren brach diese Fischerei aus unbekanntem Grund zusammen und bis 1910 fehlen verlässliche Aufzeichnungen über Fangmengen, es existieren bis zu dieser Zeit lediglich sporadische Berichte über lokal und zeitlich begrenzte Versuchsfischereien und wissenschaftliche Expeditionen. 1930 übertraf der jährliche Fang erstmals 100 000 t und variierte in den Vorkriegsjahren um 70 000 und 130 000 t. Während des Zweiten Weltkrieges war die fischereiliche Nutzung wieder deutlich reduziert und erst Mitte der 50er im Zuge einer rasanten technischen Entwicklung mit jährlichen Erträgen um 300 000 t voll entwickelt. Die Aussagekraft der historischen Fangdaten vor 1950 über die damaligen Bestandsgrößen und -schwankungen ist sicher gering, insbesondere da die Veränderungen in der Fischereitechnik jeden Vergleich mit aktuelleren Daten verhindern. Die hier vorgestellten Bestandsuntersuchungen beschränken sich daher auf die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts, für die eine ausreichende Datenbasis vorhanden ist. Alle Angaben beziehen sich auf die Kabeljau der Schelfgebiete und am Kontinentalhang, die geringen Vorkommen in den küstennahen Fjordgebieten bleiben unbeachtet.

Die hier vorgestellte Neuberechnung der Bestandsentwicklung zeigt eindeutig, daß der Bestand bereits in den späten 60ern kollabierte und in den letzten 25 Jahren nur noch selten 10 % seiner ursprünglichen Größe von fast 3 Millionen t erreichte. Die fischereiliche Nutzung übertraf in den 60ern häufig 33 %, so daß auf die Tiere eine jährliche Gesamtsterblichkeit von 50 % wirkte (Abb. 2). Die von der Fischerei induzierte Mortalität lag zu dieser Zeit bereits deutlich über den konservativen Managementoptionen von  $F_{med}$  und  $F_{0,1}$  (Abb. 3).

Als Folge davon verringerte sich der Elternbestand rasch um mehr als die Hälfte. Nach den Simulationsrechnungen des entwickelten Modelles erklären die signifikanten Einflüsse der Größe des Elternbestandes und der Temperatur den Rekrutierungsausfall in den späten 60ern und danach. Zum einen war die Rekrutierung des Bestandes aufgrund des kleinen Elternbestandes behindert, zum anderen wirkte sich die gleichzeitige Kälteperiode negativ aus (Abb. 4). Das Bild eines frühen Zusammenbruches des Bestandes wird von der Abnahme des mittleren Alters und der Verarmung seiner Struktur bis auf einzelne dominante Jahrgänge abgerundet (Abb. 5). Die während der Kälteperioden beobachteten Wachstumshemmungen der wichtigsten Altersgruppen (Abb. 6) lassen einen direkten negativen Einfluß auf die Reproduktion vermuten.

Mit dem Bestandskollaps waren zu Beginn der 70er große Ertragsverluste verbunden. So konzentrierte sich der Fischereiaufwand auf den kleinen Restbestand und bedingte noch höhere Sterblichkeitsraten, die eine weitere Bestandsverringering zur Folge hatten. Bis heute befindet sich der Elternbestand auf einem derart niedrigen Niveau, daß die Chancen einer erfolgreichen Rekrutierung auch unter günstigsten hydrographischen Bedingungen gering sind. So traten in den letzten 25 Jahren nur noch zwei individuenreiche Geburtsjahrgänge auf. Diese beiden Jahrgänge 1973 und 1984 stehen jedoch in dem Verdacht, im ersten Lebensjahr mit dem Wasserstrom von Island nach Grönland verdriftet worden zu sein (Vilhjálmsson und Friðgeirsson 1976; Vilhjálmsson und Magnússon 1984). Sie wurden bereits kurz nach ihrer Entdeckung so intensiv befischt, daß sie jährlichen Sterblichkeitsraten von mehr als 55 % unterlagen und folglich weder in den grönländischen noch in den isländischen Elternbestand zu rekrutieren vermochten (Abb. 2, Anon. 1996 a).

Schon früh wurde erkannt, daß grönländische Kabeljau mit Erreichen der Geschlechtsreife zu den Laichplätzen auf dem isländischen Schelf abwandern (Schmidt 1931; Meyer 1965). Zwar fand Schmidt (1930) im Vergleich zwischen grönländischen und isländischen Kabeljau deutliche Unterschiede in einigen Merkmalsausprägungen, dieses Ergebnis wurde jedoch von Smith et al. (1989) aufgrund des Fehlens deutlicher genetischer Unterschiede zwischen allen atlantischen Kabeljaubeständen in Frage gestellt. Der letztere Befund deckt sich mit dem Nachweis von Wanderbewegungen einzelner Kabeljau über den gesamten Nordatlantik (Gulland und Williamson 1962). Eine Quantifizierung der Zuwanderung von grönländischen Kabeljau in den isländischen Bestand ergab, daß einzelne Jahrgänge zu großen Anteilen aus den grönländischen Seegebieten abwanderten (Schopka 1991). Diese Verluste sind jedoch in der hier vorgestellten

Bestandsabschätzung berücksichtigt und vermögen in ihrer Größenordnung den beobachteten Kollaps am Ende der 60er nicht zu erklären. Auch ist die Vorstellung einer Rekrutierung der grönländischen Kabeljau aus dem isländischen Elternbestand schwer zu begründen, da ein Transport von Jungfischen mit dem Wasserstrom in den letzten 30 Jahren nur zweimal beobachtet werden konnte. Hinweise auf erhöhte natürliche Sterblichkeitsraten etwa durch Freißeinde oder Krankheiten liegen ebenfalls nicht vor.

Akzeptiert man das Konzept eines grönländischen Kabeljaubestandes, der sich selbst rekrutiert, so erscheint die rigorose Nutzungsstrategie der vergangenen 40 Jahre unangepaßt. Die jährlichen Nutzungsraten waren nicht an den konservativen Managementoptionen ausgerichtet und übertrafen die Produktivität des Bestandes so weit, daß sein Zusammenbruch folgerichtig war. Ungünstige Kälteperioden mit negativen Einflüssen auf die Rekrutierung haben sicher wesentlich zum Bestandskollaps beigetragen, dürfen jedoch nicht als ursächlich aufgeführt werden, da auch ökologische Effekte in einer angepaßten Befischungsstrategie unbedingt zu berücksichtigen sind. Im Falle von Rekrutierungsschwierigkeiten in Größenordnungen wie sie hier zu verzeichnen waren, ist eine Befischung der Bestände zur Vermeidung langfristiger und schwerwiegender Nachteile unverzüglich zu reduzieren oder gar einzustellen. Dies gilt besonders, wenn die an wärmere Bedingungen angepaßten Fortpflanzungsstrategien der Kabeljau in den subpolaren Gewässern vor Grönland häufig fehlzuschlagen drohen. Hutchings und Myers (1994) finden sehr ähnliche Hinweise auf eine Überfischung bei der Analyse der demographischen Daten des Kabeljaubestandes vor Labrador, der 1992 völlig kollabierte. So verkleinerte sich dieser Bestand nach intensiver Nutzung zu Beginn der 70er um 70 % und rekrutierte sich bei anhaltender Fischerei seit 1980 ungenügend. Auch der Kabeljaubestand auf der Grand Bank zeigte vor seinem Zusammenbruch fast identische Symptome eines Rekrutierungsausfalles seit 1982 (Anon. 1996 b), wahrscheinlich begründet mit der unzureichenden Größe des Elternbestandes im Zusammenwirken mit ungünstigen hydrographischen Bedingungen. Leider existiert von dem Bestand auf der Flämischen Kappe keine ausreichende Datenbasis für eine vergleichende Untersuchung.

Die Erfahrung der wirtschaftlichen Auslöschung der Kabeljaubestände des Nordwestatlantiks ist neu. Über

das Erholungspotential dieser wichtigen Nahrungsressourcen läßt sich daher auch unter Berücksichtigung der effektiven Schutzmaßnahmen keine gesicherte Prognose erstellen. Erst nach substantieller Bestandserholung sollte erneut an eine kommerzielle Nutzung gedacht werden, die die Risiken einer industriellen Bewirtschaftung berücksichtigt.

## Literatur

- Anon.: Report of the North Western Working Group. ICES Council. Meet. Pap., Assess 15: 377 pp., 1996 a.
- Anon.: Report of the NAFO Scientific Council Meeting - 5-19 June 1996. NAFO SCS Doc. 96/16, Ser. No. N2757: 151 pp., 1996 b.
- Gulland, J. A.; Williamson, G. R.: Transatlantic Journey of Cod. Nature, 195: p. 191, 1962.
- Hansen, P. M.: Studies on the Biology of Cod in Greenland Waters. Rapp. P.-V. Reun. CIEM 123: 1-77, 1949.
- Horsted, S. A.: A Review with some Proposals for Amendments of the Catch Statistics for the Cod Fisheries in Greenland Waters since 1911. NAFO SCR Doc. 94/38, Ser. No. N2407: 33 pp., 1994.
- Hutchings, J. A.; Myers, R. A.: What Can Be Learned from the Collapse of a Renewable Resource? Atlantic Cod, *Gadus morhua*, of Newfoundland and Labrador. Can. J. Aquat. Sci., 51: 2126-2146, 1994.
- Meyer, A.: Results of Cod Tagging by the Federal Republic of Germany in the Greenland Area from 1959 to 1964. ICNAF Redbook, 1965 (Pt 3): 148-152, 1965.
- Pielou, E. C.: The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. J. Theor. Biol., 13: 131-144, 1966.
- Rivard, D.: APL Programs for Stock Assessment (revised). Can. Techn. Rep. Fish. Aquat. Sci., (1091): 146 pp., 1982.
- Schmidt, J.: The Atlantic Cod (*Gadus callarias* L.) and Local Races of the Same. Comptes-rendus du Laboratoire Carlsberg, 18 (6): 88 pp., 1930.
- Schmidt, J.: Summary of the Danish Marking Experiments on Cod 1904-1929, at the Faroes, Iceland and Greenland. Rapp. P.-V. Reun. CIEM 72 (3): 3-13, 1931.
- Schopka, S.: The Greenland Cod at Iceland 1941-1990 and its Impact on Assessment. NAFO SCR Doc. 91/102, Ser. No. N1994: 7 pp., 1991.
- Smith, P. J., Birley, A.; Jamieson, A.; Bishop, C. A.: Mitochondrial DNA in the Atlantic cod, *Gadus morhua*: lack of genetic divergence between eastern and western populations. J. Fish Biol. 34: 369-373, 1989.
- Stein, M.; Buch, E.: Are Subsurface Ocean Temperatures Predictable at Fylla Bank, West Greenland. NAFO Sci. Council. Stud. 15: 25-30, 1991.
- Vílhjálmsón, H.; Friðgeirsson, E.: A review of O-group surveys in the Iceland-East Greenland area in the years 1970-75. Coop. Res. Rep., (54):34 pp., 1976.
- Vílhjálmsón, H.; Magnússon, J. V.: Report on O-group fish survey in Icelandic and East-Greenland waters, August 1984. ICES Council. Meet. Pap., Pelagic and Demersal Fish Comm., H 66: 22 pp., 1984.