

### 3.4.7 Dynamik der Überfischung

RAINER FROESE\* und DANIEL PAULY

**Dynamics of Overfishing:** We analysed trends in catch statistics of the North Atlantic and the North Sea and compared them with the corresponding global trends. For the purpose of this study we classified the annual status of fisheries into one of the following categories: undeveloped, developing, fully exploited, overfished or collapsed. In 1999 about 50% of world fisheries were overfished or collapsed. At the same time about 60% of the fisheries in the Northeast Atlantic and the North Sea were overfished or collapsed. An analysis of 617 commercial catch datasets revealed that in 83% the majority of fish were juveniles. We suggest an alternative fishing strategy where a portion of the fish is taken only after the first and before the second spawning. Juveniles and older fish are not caught. Such a strategy—together with a strict control of fishing effort and the establishment of marine protected areas—should in the mid-term result in high yields from stable stocks.

Es ist bekannt, dass die meisten Fischereien mehr Fische aus den Ozeanen holen, als durch Fortpflanzung und Wachstum der betroffenen Arten nachgeliefert werden können (GRAINGER 1999, PAULY et al. 1998, PAULY et al. 2002, WATSON & PAULY 2001). Dieser Vorgang wird Überfischung genannt und ist beschrieben worden als der erste große Eingriff des Menschen in aquatische Ökosysteme, typischerweise gefolgt von Verschmutzung, Eutrophierung, Zerstörung von wichtigen Lebensräumen, Ausbruch von Krankheiten und Einfuhr von exotischen Arten (JACKSON et al. 2001). Überfischung kann zu unerwünschten Änderungen im Ökosystem führen, die nur schwer rückgängig zu machen sind (PITCHER 2001). Überfischung macht auch ökonomisch keinen Sinn, da die Kosten weit über und die Fänge weit unter den Werten liegen, die mit nachhaltiger Fischerei erbracht würden (GRAINGER 1999). Die meisten Fischereien gehen durch die folgenden Stadien: kaum genutzt, zunehmend genutzt, voll genutzt, überfischt und zusammengebrochen oder geschlossen. Die Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) veröffentlicht seit 1950 Fischereistatistiken, die die Anlandungen von über 1000 Arten oder Artengruppen do-

kumentieren, basierend auf Statistiken, die von den jeweiligen Ländern geliefert werden. Ähnlich veröffentlicht der International Council for the Exploration of the Seas (ICES) seit 1973 Fischereistatistiken für den Nordatlantik. Hier benutzen wir diese Daten, um uns ein Bild von der Dynamik der Überfischung zu machen.

#### Material und Methoden

Wir benutzten die FAO Fisheries Production Zeiterie 1950–1999 (erhältlich unter [www.fao.org/fi/statist](http://www.fao.org/fi/statist)) und konzentrierten uns auf marine Fischereien, schlossen Muscheln, Pflanzen und Schwämme aus und betrachteten von den Mollusken nur die Tintenfische. Das führte zu 932 Arten und Artengruppen, die wir im Rahmen dieser Untersuchung als globale Fischereien betrachteten und für die wir die Gesamtfänge für jedes Jahr berechneten. Dann klassifizierten wir den Zustand dieser Fischereien in die oben aufgeführten Zustandsklassen nach den Kriterien, die in Tab. 3.4.7-1 angegeben sind.

Abb. 3.4.7-1 zeigt schematisch die Entwicklung einer typischen Fischerei und die hier vorgenommene Beurteilung der verschiedenen Stadien.

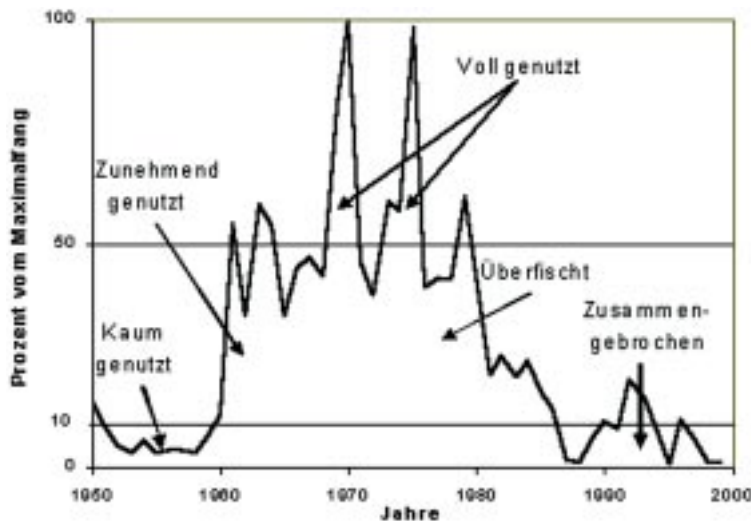


Abb. 3.4.7-1: Typischer zeitlicher Verlauf einer Fischerei, hier des Riesenhai *Cetorhinus maximus*, von »kaum genutzt« über »voll genutzt« zum Zusammenbruch. Siehe Tab. 3.4.7-1 für die Erläuterung der verschiedenen Stadien.

\*E-mail Adresse: [rfroese@ifm.uni-kiel.de](mailto:rfroese@ifm.uni-kiel.de)

Wir benutzen den gleichen Ansatz für die Beurteilung der ICES Fangdaten für den Nordostatlantik, erhältlich von [www.ices.dk](http://www.ices.dk). Für den Zweck dieser Untersuchung betrachteten wir die 362 Arten oder Artengruppen als Fischereien des Nordostatlantiks beziehungsweise der Nordsee. *Abb. 3.4.7-2* und *-3* zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung, wobei die ersten und letzten Jahre jeweils weggelassen wurden, da sie nicht mit den Kriterien in *Tab. 3.4.7-1* bewertet werden können.

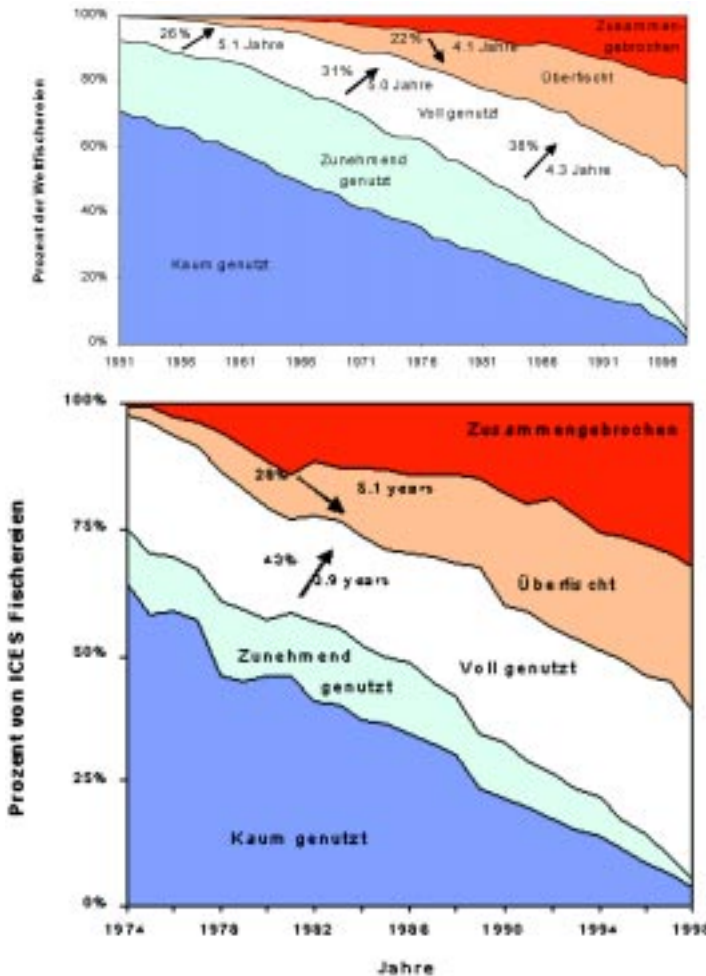
## Globale Überfischung

Wir wollen zunächst die globalen Verhältnisse betrachten, um daraus einen Hintergrund für die Beurteilung der Fischerei im Nordostatlantik und in der Nordsee abzuleiten. *Abb. 3.4.7-2* zeigt, wie sich in den letzten 50 Jahren der Zustand der globalen Fischereien verändert hat. Fischereimanagement war offensichtlich nicht in der Lage, Bestände nachhaltig zu bewirtschaften, mit dem Ergebnis, dass heute über die Hälfte der Weltbestände überfischt oder zu-

sammengebrochen ist. GRAINGER (1999) hat den jährlichen weltweiten Verlust, der durch Überfischung verursacht wird, auf 8–16 Mrd. Dollar geschätzt. Der Anteil an überfischten oder zusammengebrochenen Beständen nimmt auch in jüngster Zeit weiter zu, ein deutlicher Hinweis auf die fortgesetzte Unfähigkeit der bestehenden Methoden und Institutionen, mit diesem Problem fertig zu werden.

## Überfischung im Nordostatlantik

Für den Nordostatlantik und die Nordsee stand uns nur ein kürzerer Datensatz über die letzten 27 Jahre zur Verfügung, der aber die gleichen Trends zeigt wie die Entwicklung der globalen Fischereien. Dies ist eigentlich unerwartet, da dieses Gebiet und seine Fischbestände zu den besten untersuchten der Welt gehören. Zum Beispiel fand eine Suche in den Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts (ASFA) nach dem Kabeljau »Gadus morhua« und »Fishery management« 481 wissenschaftliche Veröffentlichungen. Der ICES hat Arbeitsgruppen für alle größeren Bestände



*Abb. 3.4.7-2:* Trends im Zustand globaler Fischereien während der letzten 50 Jahre.

*Abb. 3.4.7-3:* Trends im Zustand der Fischereien des Nordostatlantik und der Nordsee.

des Gebiets und gibt jährlich Empfehlungen für das Management heraus. Die Europäische Kommission in Brüssel hat ein eigenes Direktorat für die Koordinierung der Fischerei in EG-Gewässern mit der Aufgabe, Fischereipolitik zu implementieren und die Einhaltung der Bestimmungen zu überwachen. Trotzdem sind die Bestände im Nordostatlantik und in der Nordsee noch stärker überfischt als der weltweite Durchschnitt. Wir haben also die paradoxe Situation, dass dort wo die mit Forschung, Management und Überwachung betrauten Institutionen am stärksten sind, der Zustand der Bestände am schlechtesten ist. Dies untermauert die Erkenntnis von GRAINGER (1999), dass die Ursache des Versagens von Fischereimanagement in den damit betrauten Institutionen zu suchen ist, und dass alle anderen Faktoren nur von zweitrangiger Bedeutung sind.

### Überfischung in der Nordsee

Für die Nordsee benutzten wir einen Datensatz des Sea Around Us Projekts des Fischereizentrums der Universität von British Columbia (s. [www.saup.fisheries.ubc.ca](http://www.saup.fisheries.ubc.ca)), bestehend aus Nordseefängen von 1903–1998 (Abb. 3.4.7-4). Bis Mitte der 1950er Jahre wurden die Fänge vom Hering dominiert. Dann kam der erste große Einbruch in den Heringsfängen und der Fischereiaufwand verschob sich zu anderen Arten, wie zum Beispiel Plattfischen, Makrelen, Stintdorschen, und anderen Dorschartigen, die zu der Zeit auch in ihrer Biomasse deutlich zunahmen. CUSHING (1980, 1984) beschrieb dies als den »gadoid outburst«, dessen Ursachen aber bis heute unklar sind (ANON 2002). Der Heringsbestand erholte sich nur kurz und die Fischerei musste Ende der 1970er vorübergehend geschlossen wer-

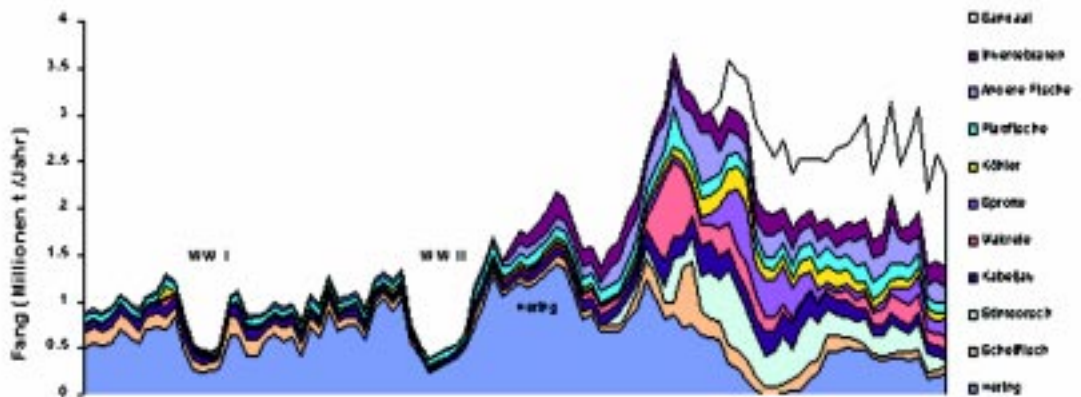


Abb. 3.4.7-4: Wichtige Arten in den Anlandungen der Nordsee von 1903 bis 1998.

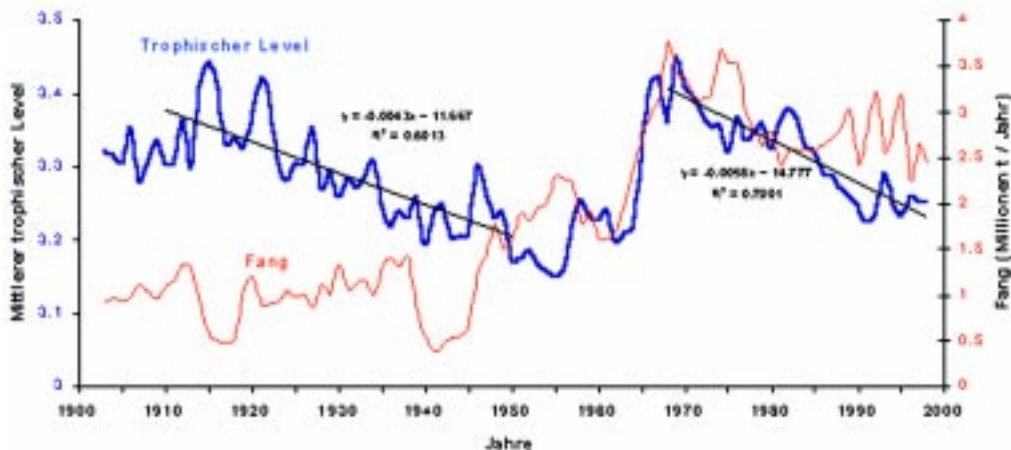


Abb. 3.4.7-5: Trends im mittleren trophischen Level der Anlandungen aus der Nordsee.

den (s. Kap. 3.4.4). Heringsfänge in der zweiten Hälfte der 1990er liegen immer noch deutlich unter denen zu Beginn des 20. Jhs. Sandaal wird zu Fischmehl verarbeitet. Wenn man diese Fänge außer Betracht lässt, dann verringerten sich die Anlandungen an Fischprodukten, die überwiegend für den direkten menschlichen Konsum bestimmt sind, kontinuierlich seit Ende der 1970er (s. Kap.3.4.3) und liegen heute etwa auf dem gleichen Niveau wie vor dem ersten Weltkrieg. Allerdings dürfte der heutige Fischereiaufwand ein Vielfaches des damaligen betragen, was zu der folgenden, paradoxen Situation führt: Die Gesamtentnahme aus der Nordsee von etwa 1 Mio. t/Jahr (Sandaal ausgenommen) liegt wahrscheinlich unterhalb der Höchstgrenze für nachhaltige Bewirtschaftung. Wegen des subventionierten, weit überhöhten Fischereiaufwands werden aber weiterhin Bestände zusammenbrechen und die Anlandungen weiter zurückgehen: das Versagen des Fischereimanagements geht weiter.

Eine Beurteilung des Einflusses der Fischerei auf die Nordsee als Ökosystem erlaubt die von PAULY et al. (1998) entwickelte Analyse des Trends im mittleren trophischen Level der jährlichen Anlandungen. Abb.3.4.7-5 zeigt die kontinuierliche Abnahme des trophischen Levels um ungefähr 0.04 Punkte pro Jahrzehnt in der ersten Hälfte des Jahrhunderts, bis zum ersten großen Zusammenbruch der Heringsfischerei Ende der 1950er. Danach verlagerte sich der Aufwand zu Raubfischen, was sich in einem steilen Anstieg des trophischen Levels ausdrückt. Diese Arten wurden aber auch schnell überfischt und seit den 1970ern sinkt der trophische Level wieder mit ungefähr 0.06 Punkten pro Jahrzehnt, weil Arten am unteren Ende des Nahrungsnetzes wie Sandaale und Garnelen immer mehr zum Fang beitragen. In dem Maße wie die Anlandungen die Biomassen

der verschiedenen Gruppen widerspiegeln, verschiebt sich damit auch die Balance im Ökosystem Nordsee zugunsten niedriger Tiere wie z.B. Quallen und Krebsen.

## Dynamik der Überfischung

In dieser Arbeit interessierte uns besonders die Dynamik des Überfischungsprozesses, also wie lange es im Durchschnitt dauert, bis eine Fischerei vom voll genutzten in den überfischten Zustand wechselt. Dazu zählten wir in jedem Jahr die Fischereien, die erstmals voll genutzt wurden und bestimmten dann den Prozentsatz, der in weniger als 10 Jahren danach überfischt war. Für die globalen Fischereien betrug dieser Prozentsatz im Durchschnitt 32%, mit einem Anstieg von 26% in den 1950ern zu 38% in den 1980ern (Abb. 3.4.7-6). Die durchschnittliche Dauer dieses Wechsels betrug 4.8 Jahre, mit einer Beschleunigung auf 5.1 Jahre in den 1950ern zu 4.3 Jahren in den 1980ern. Im Nordostatlantik und der Nordsee wurden 46% der Fischereien in weniger als 10 Jahren nach Erreichung voller Nutzung überfischt. Die durchschnittliche Dauer der vollen Nutzung betrug nur 3.9 Jahre.

Ein anderes Maß für die Dynamik der Überfischung liefert die negative Steigung der Grenzlinie zwischen den voll genutzten und überfischten Gruppen in Abb. 3.4.7-2 und -3: Global wechselten in den 1970er Jahren ungefähr 1% der Fischereien pro Jahr von voll genutzt zu überfischt. Diese Rate verdoppelte sich fast in den 1990er Jahren, wo 1.8% der Fischereien pro Jahr diesen Wechsel vollzogen. Für den Nordostatlantik und die Nordsee sieht diese Bilanz noch schlechter aus, mit gleichbleibend etwa 2.7% der Fischereien, die pro Jahr von voll genutzt zu überfischt wechselten.

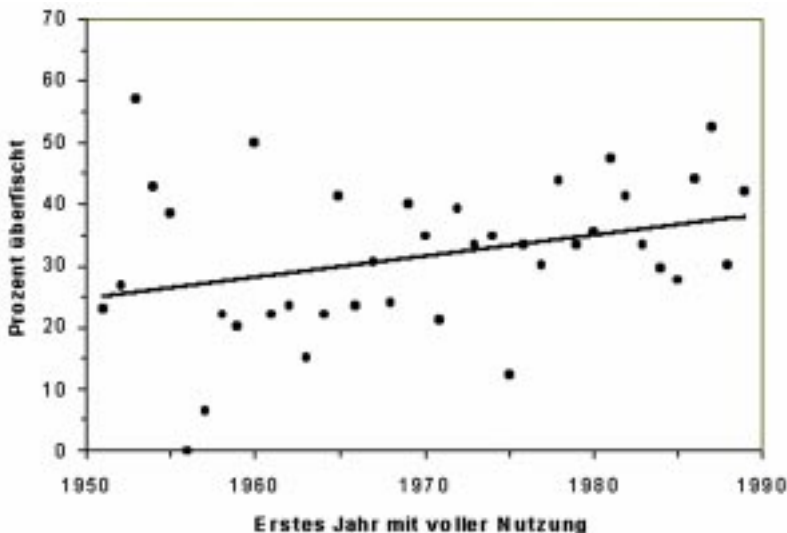


Abb. 3.4.7-6: Prozent globaler Fischereien die innerhalb von 10 Jahren nach Erreichung der vollen Nutzung überfischt wurden.

### Widerstandsfähigkeit der Bestände

Wenn Bestände zusammenbrechen, wechseln die Fischer zu anderen Beständen über, wobei diese »neuen« Bestände häufig aus kleineren Arten bestehen, die weiter unten im Nahrungsnetz angesiedelt sind. PAULY et al. (1998) haben diesen Vorgang in globalen und regionalen Fischereien nachgewiesen und dafür den Ausdruck »fishing down the food web« geprägt (s. Abb. 3.4.7-5). Die »neuen« Bestände bestehen aber auch zunehmend aus Arten mit geringer Widerstandsfähigkeit, wie zum Beispiel Korallenfische und Tiefwasserarten. Tab. 3.4.7-2 zeigt die Zusammensetzung der globalen Fänge nach bevorzugtem Lebensraum. Von den Arten, die zwischen 1951–1960 mindestens ein Jahr voll genutzt wurden, waren 4 (2%) aus der Tiefsee und 5 (3%) von Korallenriffen. Die Anteile dieser im allgemeinen weniger widerstandsfähigen Gruppen haben sich im Zeitraum 1997–1988 zahlenmäßig mehr als verfünffacht und prozentmäßig verdoppelt. Von den 144 Arten, die 1951–1960 mindestens ein Jahr voll genutzt wurden, erreichten nur 87 (60%) volle Nutzung im Zeitraum 1979–1988, was die Vermutung nahe legt, dass die verbleibenden 40% überfischt worden waren und sich dreißig Jahre später noch nicht erholt hatten.

Im Nordostatlantik und der Nordsee sahen wir uns die Widerstandsfähigkeit oder Produktivität von Fischarten an, die in den Jahren 1998 oder 1999 ihren höchsten Fang hatten (Tab. 3.4.7-3). Von 25 Arten hatten 8 (32%) niedrige und 7 (28%) sehr niedrige Widerstandsfähigkeit, i.e., ungefähr zwei Drittel dieser Arten – überwiegend Haie, Rochen und Tiefseefische – sind aufgrund ihrer geringen Produktivität (Zunahme an Biomasse pro Zeiteinheit) nicht für die kommerzielle Fischerei geeignet und ihre schnelle Überfischung ist absehbar. Tab. 3.4.7-3 zeigt auch die inverse Beziehung zwischen Produktivität und maximaler Länge: mit einer Ausnahme haben alle Fische mit über 1 Meter Maximallänge niedrige oder sehr niedrige Produktivität.

Uns interessierte die Frage, in welchem Zustand sich eigentlich widerstandsfähige Fischereien in jüngster Zeit befinden. Es gab 25 globale Fischereien, die zwischen 1951 und 1988, also dreißig oder mehr Jahre lang, voll genutzt

worden sind. Von diesen Fischereien waren nach 1988 acht zeitweise und zwei durchgehend überfischt, und eine war zusammengebrochen. Wenn von den 25 widerstandsfähigsten Fischereien in den letzten 10 Jahren 11 (44%) überfischt wurden, dann kann man annehmen, dass sich trotz verschiedener Programme zur Stilllegung von Fischereifahrzeugen der Fischereidruck weiterhin drastisch erhöht hat.

### Restaurierung von Beständen

Wir untersuchten den Erfolg von Fischereimanagement bei der Restaurierung von zusammengebrochenen Beständen. Von 690 globalen Fischereien, die zwischen 1951 und 1988 zumindest zeitweise voll genutzt worden wurden, sind 152 (22%) während dieses Zeitraums zusammengebrochen. Von diesen erholten sich nur 33 (22%) zu voller Nutzung in weniger als 10 Jahren, mit einer durchschnittlichen Erholungsdauer von 4.1 Jahren (Abb. 3.4.7-2).

Im Nordostatlantik und in der Nordsee sieht die Bilanz noch schlechter aus: von 232 Fischereien, die zwischen 1974 und 1988 zumindest zeitweise voll genutzt wurden, brachen 83 (36%) während dieser Zeit zusammen (Abb. 3.4.8-3). Von diesen erholten sich 23 (28%) in weniger als 10 Jahren, mit einer durchschnittlichen Erholungsdauer von 5.1 Jahren. Auch bei diesem Vergleich ist also die Überfischung im Nordostatlantik und in der Nordsee stärker als im internationalen Vergleich (36% vs. 22%). Die Erfolge bei der Restaurierung von Beständen sind etwas besser (28% vs. 22%) – vermutlich werden totale Fangstopps besser eingehalten – aber dauern auch deutlich länger (5.1 Jahre vs. 4.1 Jahre).

### Alternative Managements-Szenarien

Die Hauptursache für Überfischung ist überhöhter Fischereiaufwand, üblicherweise gemessen als Anzahl von Booten, Motorstärken, Treibstoffverbrauch oder Dauer des Geräteeinsatzes. Hinzu kommt der Einsatz von modernsten Ortungstechnologien, der schwer zu messen ist und der eine Reduzierung der Anzahl der Boote oft mehr als

Tab. 3.4.7-1: Kriterien zur Beurteilung des Zustandes einer Fischerei in einem gegebenen Jahr.

Zustand der Fischerei	Kriterien zur Beurteilung in einem gegebenen Jahr
Kaum genutzt	Das Jahr liegt vor dem Jahr mit maximaler Produktion und die Produktion beträgt weniger als 10% des Maximalwertes.
Zunehmende Nutzung	Das Jahr liegt vor dem mit maximaler Produktion und die Produktion beträgt 10–50% des Maximalwertes
Voll genutzt	Die Produktion ist mehr als 50% des Maximalwertes.
Überfischt	Das Jahr liegt nach dem mit maximaler Produktion und die Produktion beträgt 10–50% des Maximalwertes.
Zusammengebrochen	Das Jahr liegt nach dem mit maximaler Produktion und die Produktion beträgt weniger als 10% des Maximalwertes.

Tab. 3.4.7-2: Artenzusammensetzung nach bevorzugten Lebensräumen in globalen Fängen.

Bevorzugter Lebensraum	1951–1960	1979–1988
Demersal	73 (44%)	195 (36%)
Pelagial	34 (20%)	112 (20%)
Korallenriffe	5 ( 3%)	26 ( 5%)
Tiefsee	4 ( 2%)	27 ( 5%)
Gemischte Lebensräume	52 (31%)	190 (35%)

ausgleicht. Das Versagen des Fischereimanagements liegt hauptsächlich in der Unfähigkeit, den Fischereiaufwand zu kontrollieren, und die Fischer von kritischen Gebieten (z.B. Laichgründen) fernzuhalten. Das mag zum Teil daran liegen, dass die gegenwärtigen Regulierungsmethoden, wie bestimmte Maschenweiten und Fangquoten, wenig einsichtig sind und weder von den Fischern noch von der Öffentlichkeit überwacht werden können. Überfischung kann aber auch an den Fischen selbst beobachtet werden. Bereits

Tab. 3.4.7-3: Widerstandsfähigkeit/Produktivität von Fischarten die 1998 oder 1999 im Nordostatlantik und in der Nordsee ihren höchsten Fang erreichten. Die Klassifizierung der Produktivität und die maximale Totallänge wurden von FishBase (www.fishbase.org) übernommen. Die mit Stern(\*) markierten Klassifizierungen wurden von uns vorgenommen.

Art		Max. Länge (cm)	Produktivität
Brauner Dornhai	<i>Centrophorus squamosus</i>	160	Sehr niedrig
Rauher Dornhai	<i>Centrophorus granulosus</i>	160	Sehr niedrig*
Rauhköpfiger Grenadierfisch	<i>Macrourus berglax</i>	110	Sehr niedrig
Schwarzer Kurznasenhai	<i>Centroscymnus cryptacanthus</i>	105	Sehr niedrig*
Tiefsee Kardinalfisch	<i>Epigonus telescopus</i>	75	Sehr niedrig
Schwarzer Dornhai	<i>Etmopterus spinax</i>	60	Sehr niedrig
Schnabelbarsch	<i>Sebastes mentella</i>	55	Sehr niedrig
Grauhai	<i>Hexanchus griseus</i>	480	Niedrig
Gefleckter Seewolf	<i>Anarhichas minor</i>	180	Niedrig
Portugiesenhai	<i>Centroscymnus coelolepis</i>	120	Niedrig
Mittelmeer-Leng	<i>Molva macrophthalma</i>	108	Niedrig*
Rotbarsch	<i>Sebastes marinus</i>	100	Niedrig
Heringskönig	<i>Zeus faber</i>	90	Niedrig
Kleinäugiger Rochen	<i>Raja microocellata</i>	80	Niedrig
Blackspot seabream	<i>Pagellus bogaraveo</i>	70	Niedrig
Weißer Marlin	<i>Tetrapturus albidus</i>	300	Mittel
Gewöhnliche Rotbrasse	<i>Pagrus pagrus</i>	90	Mittel
Makrelenhecht	<i>Scomberesox saurus saurus</i>	50	Mittel
Blauer Wittling	<i>Micromesistius poutassou</i>	50	Mittel
Common dab	<i>Limanda limanda</i>	46	Mittel
Streifenbarbe	<i>Mullus surmuletus</i>	46	Mittel
Gefleckter Flügelbutt	<i>Lepidorhombus boscii</i>	45	Mittel
Zwergdorsch	<i>Trisopterus minutus</i>	40	Mittel
Gestreifter Knurrhahn	<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	40	Mittel
Gelbstrieme	<i>Boops boops</i>	36	Mittel

BEVERTON & HOLT (1957) haben darauf hingewiesen, dass die Fischerei die mittlere Länge der gefangenen Fische reduziert. Wir nutzten Längenhäufigkeitsdaten aus FishBase (FROESE & PAULY 2000), um diesen Effekt zu demonstrieren. Für 617 Datensätze von kommerziellen Fischarten berechneten wir die Länge bei erster Geschlechtsreife (FROESE & BINOHLAN 2000) und die mittlere Länge in den Proben. Wie man in Abb. 3.4.7-7 sehen kann, liegt in der Mehrzahl der Fälle (83%) die mittlere Länge im Fang unter der Länge der ersten Geschlechtsreife, mit anderen Worten, die meisten der gefangenen Fische hatten keine Gelegenheit

sich fortzupflanzen.

HOLT (zitiert in BEVERTON 1992a) hat darauf hingewiesen, dass der maximale Ertrag, den man von einem Jahrgang erzielen kann, bei einer gewissen Länge liegt, wo das Produkt aus überlebenden Individuen und ihrem durchschnittlichen Gewicht ein Maximum bildet. Diese Länge (Lopt) kann leicht aus Wachstumsparametern oder mit einer empirischen Gleichung (FROESE & BINOHLAN 2000) errechnet werden. Lopt ist typischerweise etwas größer als die Länge bei erster Geschlechtsreife. Wenn man also die Länge, bei der Fische gefangen werden dürfen, auf einen

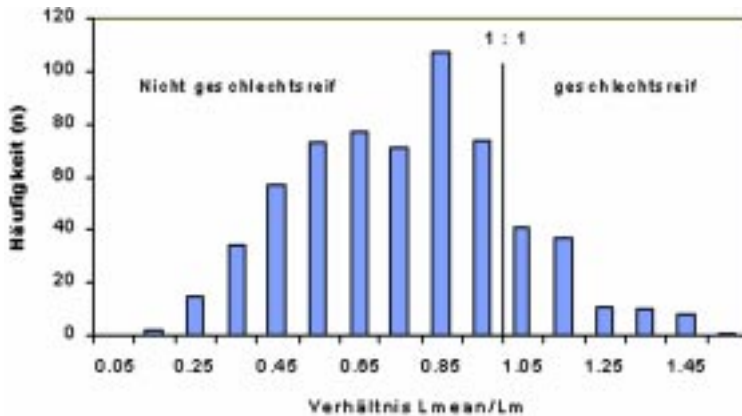


Abb. 3.4-7: Häufigkeitsverteilung des Verhältnisses von mittlerer Länge im Fang ( $L_{\text{mean}}$ ) zur Länge bei erster Geschlechtsreife ( $L_m$ ) für 617 kommerzielle Fänge. In 83% der Fälle war die Mehrzahl der gefangenen Fische noch nicht geschlechtsreif.

engen Bereich um  $L_{\text{opt}}$  herum begrenzt, erhält man nicht nur maximale Erträge, sondern vergrößert auch gleichzeitig den Laichbestand, da ja jeder Fisch vor dem Fang Gelegenheit zum Laichen hatte. Die Fangmenge muss nach Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit festgelegt werden und könnte in gesunden Beständen bis zu 50% des Jahrgangs der Erstlaicher betragen, in Anlehnung an das Produktionsmodell von SCHAEFER (1954). Die verbleibenden Fische werden nicht mehr gefangen. Alan Longhurst wies bei der ICES Konferenz im September 2002 auf folgende Vorzüge großer Fischweibchen im Vergleich zu Erstlaicherinnen hin: sie haben höhere Fruchtbarkeit, verteilen ihre Laichakte räumlich und zeitlich besser, produzieren größere Eier und Larven mit besseren Überlebenschancen, und haben bessere Gene, da langes Überleben ein Indiz für Fitness ist. Longhurst betonte, dass eine natürliche Altersstruktur für das langfristige Überleben eines Bestandes erforderlich ist, um gelegentliches Ausbleiben des Fortpflanzungserfolgs, als Folge von z.B. Klimaschwankungen, ausgleichen zu können.

Wir stimmen mit der Auffassung überein, dass in leicht ausgebeuteten Beständen die Größe der angelandeten Fische keine Rolle spielt. Solche Bestände gibt es aber praktisch nicht mehr, und es ist heute allgemein anerkannt, dass Laichbestände nicht unter eine kritische Größe fallen dürfen, da sich andernfalls die Wahrscheinlichkeit von verringertem Fortpflanzungserfolg erhöht (DENGBOLO 2001, MYERS & BARROWMAN 1996).

Was den Schutz kritischer Gebiete angeht, könnte dies durch die Einrichtung von Schutzzonen erreicht werden, eine Managementmethode, die sich nachweislich bewährt hat (s. Zitate in PAULY et al. (2002)). Eine gezielte Untersuchung möglicher Managements-Szenarien für die Nordsee (BEATTIE et al., in press) hat gezeigt, dass eine optimale Bewirtschaftung – maximaler wirtschaftlicher Gesamtertrag über alle kommerziellen Arten und Fischereien – erreicht wird, wenn etwa 40% der Nordsee unbefischt bleiben, besonders die küstennahen Gebiete in der südlichen

und östlichen Nordsee, wo sich die meisten Jungfische aufhalten.

Wir glauben, dass sich die von uns vorgeschlagene Schonung von Jungfischen und »Mega-Laichern« und die Einrichtung von Schutzzonen gut ergänzen. Die Zeit für solche durchgreifenden Maßnahmen ist reif. Die alternative Fortsetzung der gegenwärtigen Überfischung würde über kurz oder lang zur völligen und langfristigen Schließung der wichtigsten Fischereien in der Nordsee führen.

### Indikatoren für Nachhaltigkeit

DENGBOLO (2001) hat für Nachhaltigkeitsindikatoren die folgenden Eigenschaften als wünschenswert aufgelistet (hier etwas vereinfacht dargestellt):

#### Beobachtbar:

- mit vorhandenen Mitteln
- von den jeweiligen Interessengruppen

#### Verständlich:

- wissenschaftlich fundiert
- allgemeinverständlich

#### Annehmbar:

- von den Fischern
- von der Bevölkerung

#### Mit Bezug zum Management:

- sollen Richtung des Handelns angeben
- sollen auf solches Handeln reagieren

Wenn wir die von uns vorgeschlagenen Methoden – (1) Fang nur nach dem ersten und vor dem zweiten Laichen; (2) 40% der Nordsee als Schutzzone, überwiegend in den küstennahen Gebieten – an diesen Kriterien messen, ergibt sich das Folgende:

**Beobachtbar:** (1) Die Länge bei erster Geschlechtsreife ist praktisch für alle kommerziellen Bestände bekannt und kann von Fischern, Anglern, Händlern und Konsumenten leicht überprüft werden. Vorläufige Werte können aus FishBase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) entnommen werden. Man

kann Poster erstellen, die die häufigsten Arten in einem Gebiet mit ihrer tatsächlichen Größe bei Geschlechtsreife zeigen. Solche Poster können in Häfen, Fischmärkten, Supermärkten und Restaurants aufgehängt werden und erlauben so jedermann die schnelle Überprüfung, ob ein Fisch Gelegenheit hatte zum Abbläichen. (2) die Beachtung von Schutzzonen ist heutzutage auch leicht und kostengünstig zu überprüfen, etwa indem jedes Fischereiboot eine »schwarze Box« mitführen muss, die laufend seine Position an eine Überwachungsstelle sendet.

Verständlich: (1) Erhöhung der Fanglänge ist eine technische Maßnahme, die die meisten Fischer am ehesten akzeptieren würden (PARAMOR et al. 2002), vermutlich weil ihnen klar ist, dass die meisten Fische im Fang nicht abbläichen konnten. Die Verbraucher wissen dagegen nicht, dass die meisten der Fische, die sie kaufen, sich nicht fortpflanzen konnten. (2) Die Idee von Schutzzonen ist allgemein verstanden und anerkannt, zum Beispiel bei Naturparks.

Annehmbar: (1) Wir glauben, dass eine Regulierung der Fanglänge leichter annehmbar ist als Quoten und Maschenweiten, hauptsächlich weil es leicht zu begreifen und leicht zu überprüfen ist. (2) Schutzzonen sind schon immer Teil des Fischereimanagements gewesen und von den Fischern angenommen worden. Im Grunde geht es darum, die historische Rolle von unbefischten Gebieten als Schlüsselfaktor für die Dauerhaftigkeit von Fischereien wiederherzustellen (PAULY et al. 2002). In der Öffentlichkeit sind Naturparks wegen ihres hohen Erholungswertes sehr beliebt. Das gleiche dürfte auch für küstennahe Schutzzonen gelten.

Mit Bezug zum Management: (1) Eine Regulierung der Fanglänge gibt klare Handlungsanweisungen: Erhöhe die Länge im Fang, bis die mittlere Länge bei  $L_{opt}$  liegt. Dies wird allerdings im ersten Jahr zu einer deutlichen Abnahme des Fangs führen, bis nach einigen Jahren – verschieden je nach Bestand, aber voraussichtlich nicht länger als eine Generation – der ursprüngliche Fang erreicht

und deutlich überschritten werden wird. (2) Die geforderte Einrichtung von Schutzzonen gibt ebenfalls klare Handlungsanweisungen. Wie bei der Regulierung der Fanglänge kann man erwarten, dass der Fang in den befischbar gelassenen Gebieten zunächst geringer sein wird als zuvor im gesamten Gebiet. Erfahrungen mit bestehenden Schutzzonen zeigen jedoch, dass der Fang bald wieder zunimmt, wenn die Fische aus den zunehmend dichter bevölkerten Schutzzonen in die Fanggründe auswandern.

## Schlußbetrachtung

Nur Fische eines bestimmten Jahrgangs nach dem ersten und vor dem zweiten Abbläichen zu fangen, stellt hohe Anforderungen an Fangtechnik und Forschung. Bei den meisten Fischarten ändert sich das räumliche und zeitliche Vorkommen mit dem Alter, und dieses Verhalten kann für das oben beschriebene Managementregime genutzt werden. Viele traditionelle Fanggeräte sind bereits größen-selektiv (z.B. Kiemennetze, Langleinen, Fallen) und Schleppnetze mit Fluchtvorrichtungen für größere Tiere (meist Delphine, Schildkröten oder Rochen) werden bereits routinemäßig in Australien und Nordamerika eingesetzt und könnten entsprechend angepasst werden. Hier können die enormen Fortschritte in der Ortungs- und Fangtechnik eine nützliche – statt bestandsgefährdende – Rolle spielen. Schutzzonen in den küstennahen Gebieten unterstützen und sichern diese Strategie, indem die »Kinderstuben« der meisten Fische grundsätzlich von der Fischerei ausgeschlossen werden.

Ein Bündnis zwischen Fischern, Forschern, Managern, Politik und Öffentlichkeit zur Durchsetzung der hier vorgeschlagenen Maßnahmen könnte vielleicht das bisherige »Scheitern der Institutionen« überwinden. Wir hoffen es jedenfalls ♦

**Danksagung:** Wir danken Kathleen Kesner-Reyes für ihre Hilfe bei der Analyse der FAO Daten und Silvia Opitz für die kritische Durchsicht des Manuskripts.



## Literatur

- Anon. 2002. Report of the working group on recruitment. ICES CM 2002/C:14, 26 p.
- Beattie, A., U.R. Sumaila, V. Christensen and D. Pauly. 2002. A model for the bioeconomic evaluation of marine protected area size and placement in the North Sea. *Natural Resources Modeling* 15(4): 413-437. [cited as 'in press' in text]
- Beverton, R.J.H. 1992a. Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. *Journal of Fish Biology*. 41(Supplement B):137-160.
- Beverton, R.J.H. 1992b. Fish resources: threats and protection. *Netherlands Journal of Zoology* 42:139-175
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fisheries Investigation Series II. Vol. 19*, 533 p.
- Cushing, D.H. 1980. The decline of the herring stocks and the gadoid outburst. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*. 39(1):70-81
- Cushing, D.H. 1984. The gadoid outburst in the North Sea. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*. 41:159-166
- Dengbol, P. 2001. Science and the user perspective - the scale gap and the need for shared indicators. Paper presented at the People and the Sea Inaugural Conference Center for Maritime Research (MARE), 30 August - 1 September 2001, Amsterdam, Netherlands, 18 p.
- Froese, R. and C. Binohlan, 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*. 56:758-773.
- Froese, R. and D. Pauly, Editors. 2000. *FishBase 2000: concepts, design and data sources*. ICLARM, Los Baños, Laguna, Philippines. 344 p.
- Grainger, R.J.R. 1999. Global trends in fisheries and aquaculture. p. 21-25 *In: National Ocean Service, NOAA, Center for the Study of Marine Policy at the University of Delaware, The Ocean Governance Group. 1999. Trends and Future Challenges for US National Ocean and Coastal Policy: Workshop Materials*. Washington, D.C.
- Grainger, R.J.R., and S. Garcia. 1996. *Chronicles of marine fisheries landings (1950-1994): trend analysis and fisheries potential*. FAO Fisheries Technical Papers. 359, 51 p.
- Jackson, J.B.C., M.X. Kirby, W.H. Berger, K.A. Bjorndal, L.W. Botsford, B.J. Bourque, R.H. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J.A. Estes, T.P. Hughes, S. Kidwell, C.B. Lange, H.S. Lenihan, J.M. Pandolfi, C.H. Peterson, R.S. Steneck, M.J. Tegner and R.R. Warner. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293:629-638
- Musick, J.A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries* 24(12):6-14
- Myers, R.A. and N.J. Barrowman. 1996. Is fish recruitment related to spawner abundance? *Fishery Bulletin* 94:707-724
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese and F. Torres Jr., 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.

- Pauly, D. V. Christensen, S. Guénette, T.J. Pitcher, U. Rashid Sumaila, C.J. Walters, R. Watson & D. Zeller 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418:689-695
- Paramor, O.A.L., C.L.J. Frid, M.F. Borges, N. Daan, T.S. Gray, J.L. Hatchard, L. Hill, A. Jarowski, K. Mikalsen, G.J. Piet, S.A. Ragnarsson, C.L. Scott, W. Silvert and L. Taylor. 2002. Developing a fisheries ecosystem plan for the North Sea. International Council for the Exploration of the Sea, Council Meeting 2002/W:05, 14 p.
- Pitcher, T.J. 2001. Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to salvage the future. *Ecological Applications* 11(2): 601-617
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission, Bulletin* (2):27-56
- Watson, R. and D. Pauly. 2001. Systematic distortions in world fisheries catch trends. *Nature* 414:534-536