1 Die Bedeutung der Meeresfische

> Fische sind ein wichtiger Teil der Meereslebensräume. Sie stehen auf komplexe Weise in Zusammenhang mit anderen Organismen – etwa über Nahrungsnetze. Damit führt der intensive Fischfang nicht nur zu einer Dezimierung von Fischarten, sondern wirkt sich auf ganze Lebensgemeinschaften aus. Die Folgen sind oft unabsehbar. Zwar führt die industrielle Fischerei selten zur völligen Ausrottung einzelner Arten, möglicherweise aber beeinflusst sie die Evolution stark befischter Spezies.

Die Rolle des Fischs im Ökosystem

> Lange wurden wirtschaftlich interessante Fischarten isoliert betrachtet. Um die Auswirkungen der Fischerei aber umfassend abschätzen zu können, muss man den gesamten Lebensraum im Blick haben. Erst damit wird künftig eine schonende Fischereiwirtschaft möglich sein. Inzwischen gibt es konkrete Ansätze für derart umfassende Analysen. Überdies hat man herausgefunden, dass nicht nur die Fischerei, sondern auch veränderte Umweltbedingungen die Größe von Fischbeständen beeinflussen.

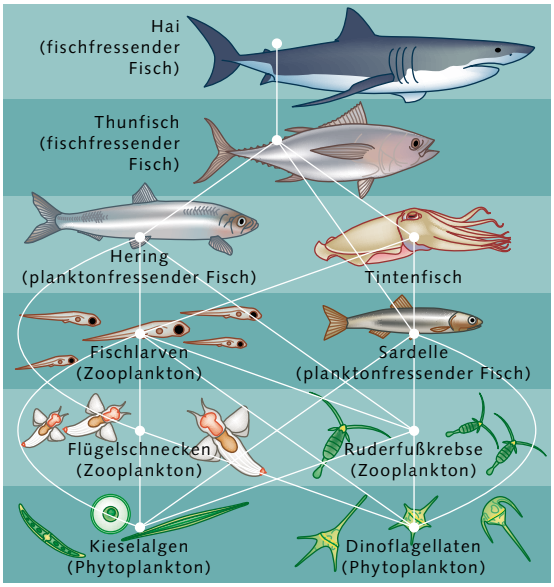
Der Fisch und das Leben im Meer

Die Meere sind ungeheuer vielfältig und artenreich. Sie sind Heimat für unzählige Lebewesen, die in ganz verschiedenen Ökosystemen leben. Im Wattenmeer gedeihen Muscheln und Würmer, die Nahrung für Millionen von Zugvögeln sind. An heißen vulkanischen Quellen in der Tiefe haben sich Gemeinschaften von Röhrenwürmern, Krebsen und Bakterien entwickelt. Anderswo wiegen sich Tangwälder in der Strömung, in denen Seeotter auf Jagd gehen. An schroffen Felsenküsten nisten Seevögel, und in Riffen tummeln sich Tausende bunt schillernder Fischarten.

Fische sind ein wichtiger Teil der Lebensgemeinschaften im Meer. Und der Mensch ist seit Jahrtausenden besonders eng mit ihnen verbunden, denn sie liefern ihm Nahrung. Weltweit leben heute viele Millionen Menschen direkt vom Fischfang oder von der Fischzucht. Doch die Menschheit geht wenig pfleglich mit dieser natürlichen Ressource um. Seit Jahrzehnten wird dem Meer zu viel Fisch entnommen. Viele Fanggebiete sind überfischt. Zudem wird das Meer durch Abwässer aus der Industrie, aus Siedlungen und der Landwirtschaft verschmutzt. Manche Lebensräume wie etwa Mangrovenwälder werden durch Baumaßnahmen direkt zerstört. In Anbetracht der schwierigen Lage lohnt es sich, genau zu untersuchen, wie es heute um die Meeresfische steht.

Faszinierende Vielfalt

Die Vielfalt ist erstaunlich: Gut 30 000 Fischarten gibt es weltweit. Manche sind nur wenige Zentimeter groß und leben versteckt zwischen Korallen, andere, wie der Blaue Marlin aus dem Atlantik, werden bis zu 3 Meter lang und ziehen durchs offene Meer. Heringe gleiten in großen Schwärmen durch die Nordsee, und Anglerfische gehen mit einem kleinen Leuchtorgan am Schädel in der dunklen Tiefsee auf die Jagd. Jede dieser Fischarten ist Teil eines Lebensraums, eines Ökosystems, und mit vielen anderen Arten in einem Nahrungsnetz verwoben.



1.1 > Abhängigkeiten zwischen Lebewesen kann man als Nahrungsnetz mit verschiedenen trophischen Ebenen darstellen.

Experten ordnen die Lebewesen innerhalb dieses Nahrungsnetzes in verschiedene Ernährungsstufen ein, sogenannte trophische Ebenen. Ganz unten stehen Myriaden von Mikroorganismen. Dazu zählen mikroskopisch kleine, einzellige Algen, wie Diatomeen, Dinoflagellaten und Cyanobakterien – das Phytoplankton, das frei im Wasser schwebt. Es betreibt Photosynthese, das heißt, es nutzt das Sonnenlicht und Nährstoffe, um Zucker zu synthetisieren und daraus weitere energiereiche Substanzen aufzubauen. Fachleute nennen diesen biochemischen Aufbau von Biomasse auch Primärproduktion. Vom Phytoplankton ernähren sich kleine, frei schwimmende Krebse oder

1.2 > Auch aus der Luft droht Sardinen Gefahr, gefressen zu werden. Kaptölpel vor Südafrika können sich bis zu 8 Meter tief ins Meer stürzen, um sich die Beute zu schnappen.

Fischlarven, das sogenannte Zooplankton. Das Zooplankton wiederum ist Nahrung unter anderem für kleine Fische. Wie viele Fische in einem bestimmten Meeresgebiet existieren können, hängt damit in erster Linie von der Aktivität und Menge der Primärproduzenten ab – je größer die Primärproduktion, desto größer können die Fischbestände sein. Das einfache Modell eines Nahrungsnetzes, in dem die kleineren Lebewesen von den jeweils größeren gefressen werden, reicht aber nicht aus, um die Zusammenhänge im Meer zu begreifen. Denn das, was die Großen tun, wirkt auf den ganzen Lebensraum zurück. Zudem gibt es noch viele andere Interaktionen.

Vernetzt denken

Die Erkenntnis, dass das Beziehungsgeflecht der Meeresbewohner komplex ist, ist nicht neu. Zudem kennt man ähnliche Zusammenhänge aus vielen Lebensräumen an Land. In der Fischerei aber hatte man lange Zeit nur einzelne, kommerziell wichtige Arten wie den Dorsch, den Hering oder die Sardine im Blick. Erst seit gut 10 Jahren setzt sich auch hier die Erkenntnis durch, dass man das ganze Ökosystem berücksichtigen muss, wenn man die Fischbestände auf Dauer erhalten und die Fischerei entsprechend managen will. Der Grund: In der Vergangenheit sind in vielen Meeresgebieten zahlreiche Bestände überfischt worden. In einigen Fällen haben sich die Lebensräume dadurch gravierend verändert. Nach und nach kommt man daher zu der Einsicht, dass man auch im Fischereimanagement die Komplexität des Systems Meer berücksichtigen muss. Marine Lebensräume werden keineswegs nur durch die Primärproduktion an der Basis, also von unten nach oben, geprägt, sondern zugleich durch die höheren trophischen Ebenen, von oben nach unten.

Ein Beispiel sind die ostatlantischen Gewässer vor Angola, Namibia und Südafrika mit dem Benguelastrom. In diesem Meeresgebiet treiben stetige Winde das Oberflächenwasser seewärts. Dadurch steigt nährstoffreiches Wasser an den Küsten aus der Tiefe auf. Diese sogenannten Auftriebsgebiete sind enorm produktiv und fischreich. Über viele Jahre hatten vor allem ausländische Flotten

1.3 > Bis zu 2 Meter groß und 200 Kilogramm schwer können die Exemplare der Quallenart *Nemopilema nomurai* werden. Hunderte dieser Tiere trieben vor einigen Jahren durch die Gewässer vor Japan und behinderten die Fischerei massiv.

hier intensiv nach Sardinen gefischt. Anfang dieses Jahrhunderts brach der Bestand zusammen. Seitdem haben sich in diesem Gebiet Quallen stark vermehrt. Die Experten gehen davon aus, dass mit der Sardine ein wichtiger Nahrungskonkurrent weggefallen ist, denn sowohl Sardinen als auch Quallen ernähren sich vor allem vom Zooplankton. Zudem werden junge Quallen durchaus von Fischen gefressen. Die Quallenplage kam überraschend. Man hatte erwartet, dass mit dem Rückgang der Sardinen eine andere kleine Fischart zunehmen würde, die ebenfalls in dieser Region heimisch ist, die Sardelle. Diese hat ein ähnliches Nahrungsspektrum wie die Sardinen und hätte die Quallen in Schach halten müssen. Eine echte Konkurrenz für die Quallen scheinen die Sardellen aber nicht zu sein, denn der Sardellenbestand bleibt bislang deutlich kleiner als der der Sardinen. Möglicherweise ist das Auftriebsgebiet als sehr dynamischer Lebensraum für die Sardellen weniger gut geeignet.

Ähnlich ist die Situation vor Japan. Dort hat sich die Quallenart *Nemopilema nomurai* stark vermehrt, nachdem man die Sardinen intensiv befischt hatte. *Nemopilema*-Exemplare können eine Größe von bis zu 2 Metern erreichen. Inzwischen wird die Fischerei durch die Quallen deutlich beeinträchtigt, weil sie die Netze verstopfen oder sogar bersten lassen. Doch nicht überall entwickeln sich die Quallenbestände zu einer Plage. Vor Peru etwa brach Anfang der 1970er Jahre der große Fischbestand der Südamerikanischen Sardelle zusammen. In der Folge setzte sich die Sardine durch, sodass eine Quallenplage ausblieb. Mit anderen Worten: Welche Auswirkungen die Überfischung eines Bestands haben wird, lässt sich bis heute kaum abschätzen.

Wenn die Großen im Netz landen, profitieren die Kleinen

Auch in den Gewässern vor Neuschottland an der Ostküste Kanadas hat die Überfischung den Lebensraum verändert. Jahrelang hatte man hier den Kabeljau und andere bodennah lebende (demersale) Raubfische wie den Köhler stark befischt. Die Bestände brachen Anfang der 1990er Jahre zusammen. Mehr als 40 000 Fischer verloren ihre Arbeit. Obwohl eigentlich relativ schnell ein Fangverbot verhängt wurde, erholten sich die Bestände über viele

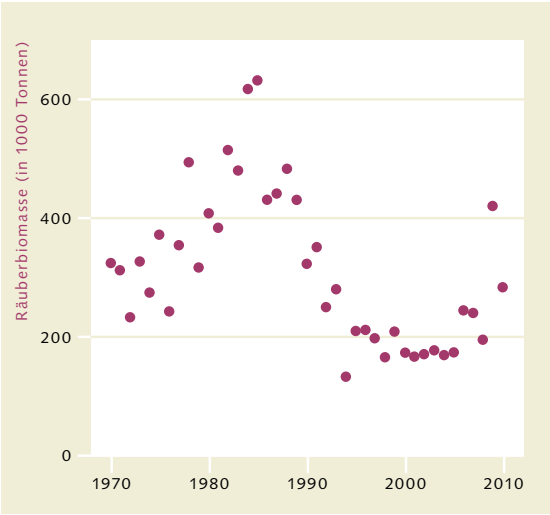
Jahre nicht mehr. Man befürchtete, dass sich der Lebensraum irreversibel verändert hatte.

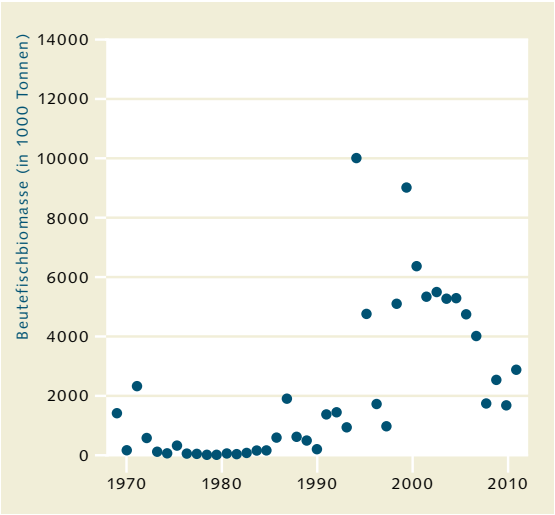
Der Kabeljau ist ein Raubfisch, ein Fisch auf einer hohen trophischen Ebene, der kleine **planktivore** Arten jagt, Planktonfresser wie etwa die Lodde und den Hering. Als der Kabeljau verschwand, setzten sich die kleinen planktivoren Arten durch. Fatalerweise ernähren sich sowohl die planktivoren Fische als auch die Larven der großen Raubfische von Zooplankton. Sie sind also Nahrungskonkurrenten. Außerdem fressen die Planktivoren Kabeljaueier und -larven, was den Druck auf die Räuber zusätzlich erhöhte. Während sich die Zahl der planktivoren Arten verneunfachte, blieben die Räuberbestände klein.

Die Nahrungsfische haben also einen starken Einfluss auf ihre Räuber. Experten sprechen von einer „Räuber-Beute-Rückkopplung“. Aufgrund dieser Rückkopplung erholten sich die Bestände von Kabeljau, Köhler und anderen großen Räubern vor Neuschottland nur verlangsamt. Dadurch konnten die planktivoren Fische ganze 20 Jahre lang über die Räuber dominieren. Inzwischen nehmen die Bestände der Planktivoren aber ab. Das wird darauf zurückgeführt, dass die Tragfähigkeit dieses Meeresgebiets erschöpft ist: Es gibt so viele Planktivoren, dass ihre Nahrung knapp geworden ist. Ein schlecht ernährter Bestand aber erzeugt weniger Nachkommen, sodass die Gesamtbiomasse der Bestände planktivorer Fische abnimmt. Damit hat sich vor Neuschottland inzwischen der Fraßdruck auf die frühen Lebensstadien der großen Raubfische verringert. In der Folge haben sich einige Räuberbestände wie zum Beispiel die des Köhlers erholt. Eine Entwarnung für den Kabeljaubestand gibt es aber derzeit noch nicht.

Auch aus anderen Meeresgebieten sind derartige Abhängigkeiten zwischen Raubfischen und planktivoren Fischen bekannt. Für die Ostsee sprechen Forscher von der „Dorsch-Sprott-Schaukel“. Nachdem sich aufgrund eines geringen Salzgehalts und Sauerstoffmangels die Lebensbedingungen für die Dorscheier und die -larven verschlechtert hatten, brach der Dorschbestand ein. Da man die Fangmengen der Dorschfischerei nicht rechtzeitig an die Situation anpasste und verringerte, schrumpfte der Bestand noch weiter. Damit nahm der Bestand seiner Beute, der planktivoren Sprotte, zu, die unter anderem Dorscheier frisst, was den Druck auf die Dorschpopulation zusätzlich erhöhte. In diesem Fall hatte aber auch die Temperatur einen entscheidenden Einfluss auf die Bestandsentwicklung: Leicht erhöhte Wassertemperaturen führten dazu, dass sich die Eier und Larven der Sprotte besser entwickeln konnten. Inzwischen schwingt die „Dorsch-Sprott-Schaukel“ zurück, weil man die Fischerei angepasst hat: Eine reduzierte Dorschfischerei und eine zwischenzeitlich größere Sprottfischerei führten zu einer leichten Erholung des Dorschbestands.

Es gibt Hinweise darauf, dass nicht nur die planktivoren Fische vom Verschwinden der Großen profitieren,





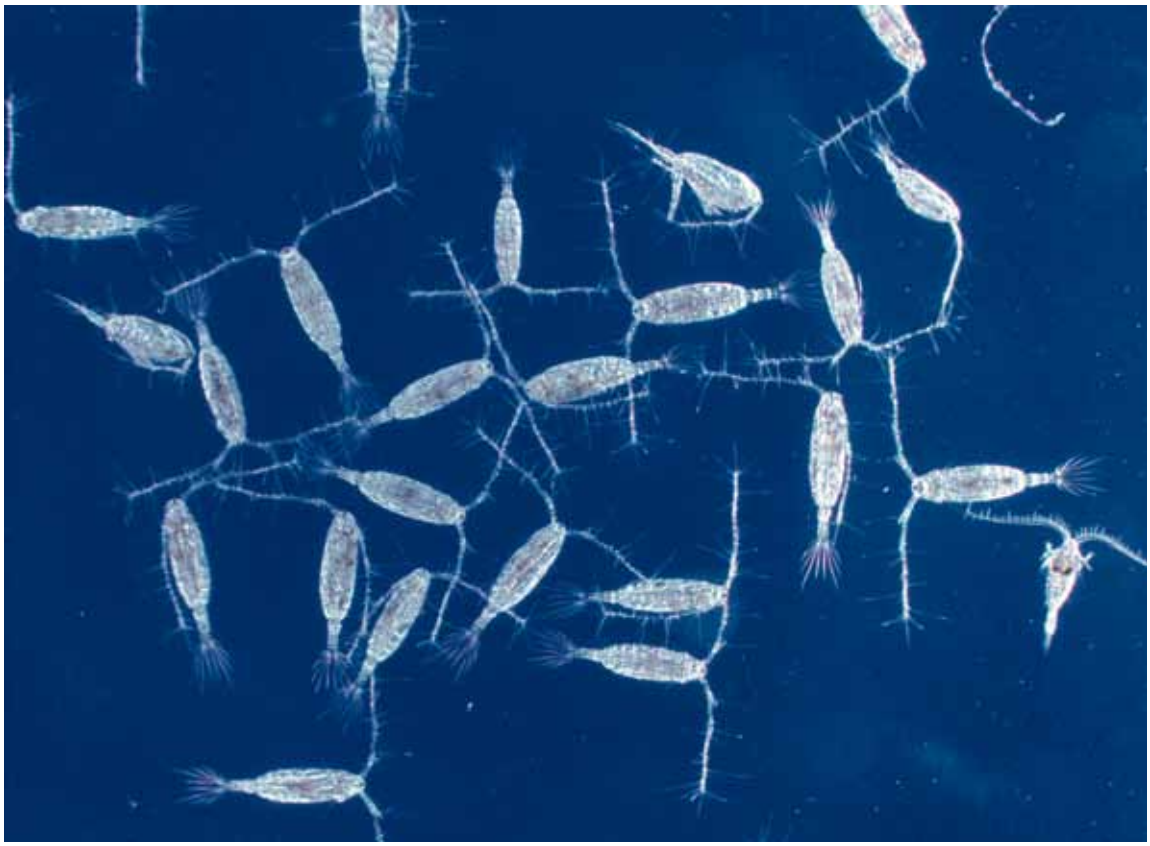
1.4 > „Räuber-Beute-Rückkopplung“: Mitte der 1980er Jahre begann der Bestand des nordwestatlantischen Kabeljaus vor Kanada stark abzunehmen (linke Grafik). In der Folge nahm die Biomasse der kleineren Nahrungsfische zu (rechts). Seit wenigen Jahren scheint sich dieser Trend wieder umzukehren.

sondern auch die Algen. Planktivore Fische ernähren sich von Zooplanktern, die wiederum die kleinen, frei schwimmenden Algen, das Phytoplankton, fressen. Steigt die Zahl der planktivoren Fische, sinkt die Menge des Zooplanktons. Das Phytoplankton kann gedeihen. Gerade in nährstoffreichen Küstengewässern wird das zum Problem, da das Phytoplankton dort beinahe ungehemmt wachsen kann. Sogenannte Algenblüten sind die Folge. Sterben diese Algen, sinken sie in die Tiefe. Dort werden sie von Bakterien zersetzt, die Sauerstoff benötigen.

Die Entstehung von Algenblüten ist komplex. Offenbar müssen mehrere günstige Bedingungen zusammenkommen. Neben einer ausreichenden Nährstoffmenge gehört dazu eine moderate Wassertemperatur. Kommt als weiterer Faktor die Überfischung großer Räuber hinzu, verschärft sich das Problem offensichtlich. Je mehr Algen in die Tiefe herabsinken, desto mehr Bakterien sind dort aktiv, bis schließlich der Sauerstoff knapp wird. So entwickeln sich im Meer sauerstofffreie Todeszonen, in denen weder Fische, Krebse noch Muscheln überleben können. Zahlreiche Wissenschaftler drängen daher inzwischen darauf, beim Fischereimanagement nicht mehr nur den Fokus auf die befischten Arten zu richten, sondern den ganzen Lebensraum zu berücksichtigen. Indem es die Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Arten und den trophischen Ebenen berücksichtigt, soll dieses ökosystembasierte Management verhindern, dass durch die Befischung und Betrachtung beziehungsweise Überwachung nur einzelner Arten weiterhin ganze Meeresgebiete geschädigt werden oder ihren Charakter verändern.

Auch die Umwelt beeinflusst die Bestände

Dass die Größe der Fischbestände schwankt, liegt nicht nur an der Fischerei. Auch die Veränderung von Umweltbedingungen beeinflusst die Bestände. In kaltem salzigem Wasser produzieren beispielsweise Ostsee-Dorsche mehr Nachwuchs als in warmem Wasser mit geringerem Salz-



1.5 > Copepoden (Ruderfußkrebse) sind meist nur wenige Hundert Mikrometer bis wenige Millimeter groß. Sie stellen eine wichtige Nahrungsgrundlage für Fische und andere Krebsarten dar und machen den größten Anteil des marinen Zooplanktons aus.

gehalt. Andererseits werden die Tiere in kaltem Wasser später geschlechtsreif. Wassertemperaturen und andere Umweltbedingungen aber schwanken in vielen Meeresgebieten im Laufe der Zeit. Auslöser sind oftmals natürliche Klimazyklen, die zu regelmäßigen Veränderungen von Winden oder Meeresströmungen führen.

Ein Beispiel ist die **Nordatlantische Oszillation** (NAO), die das Klima über Teilen Europas und Nordamerikas beeinflusst. Die NAO ist eine Schwankung der Luftdruckverhältnisse über dem Nordatlantik zwischen dem Azorenhoch und dem Islandtief. Sie beeinflusst unter anderem das Winterwetter in Europa und schwankt in einem 10-Jahres-Rhythmus. Mit dem Luftdruck schwanken im Nordatlantik auch die Wind- und oberflächennahen Meeresströmungen.

Im Pazifik wiederum wirkt das Klimaphänomen **El Niño**. Es ändert die Strömungsrichtung in Auftriebsgebieten – in diesem Fall zwischen der Westküste Südamerikas und Indonesien. Vor Chile und Peru befindet sich ein großes Auftriebsgebiet, es ist Teil einer mächtigen Meeresströmung, des Humboldtstroms. Dieser führt kaltes Wasser aus der Antarktis parallel zur südamerikanischen Westküste nach Norden. Wie vor Südwest-Afrika steigen hier nährstoffreiche, kalte Wasser auf. Motor dieses Auftriebs sind regelmäßige **Passatwinde**, die das warme Oberflächenwasser von Südamerika nach Westen, Richtung Australien und Indonesien, treiben. Die südamerikanischen Gewässer gehören zu den fischreichsten der Erde. Rund 15 bis 19 Prozent des weltweit gefangenen Fischs stammen von hier, vor allem kleine Arten wie etwa Sardinen und Sardellen. Darüber hinaus finden sich hier größere Stachelmakrelen sowie schnell wandernde Arten wie etwa Haie oder Thunfische. In El-Niño-Jahren aber lassen die nach Westen wehenden Passatwinde nach. Zum Teil kehren sie sich um. Damit ändert sich auch die Strömungsrichtung des Wassers. Dann fließt warmes, nährstoffarmes Oberflächenwasser vom Westpazifik Richtung Peru. Unter diesen Bedingungen kann sich vor der Küste Perus kaum noch Plankton entwickeln. Die Nahrung der planktivoren Fische bleibt aus. Die Bestände brechen zusammen. Davon betroffen sind selbst die großen Raubfische und Vögel, aber auch Säugetiere wie etwa Robben, für die der Fisch Hauptnahrungsquelle ist. In El-Niño-Jahren ziehen sie oft weniger Jungtiere auf.

Nordseewasser für den Dorschnachwuchs

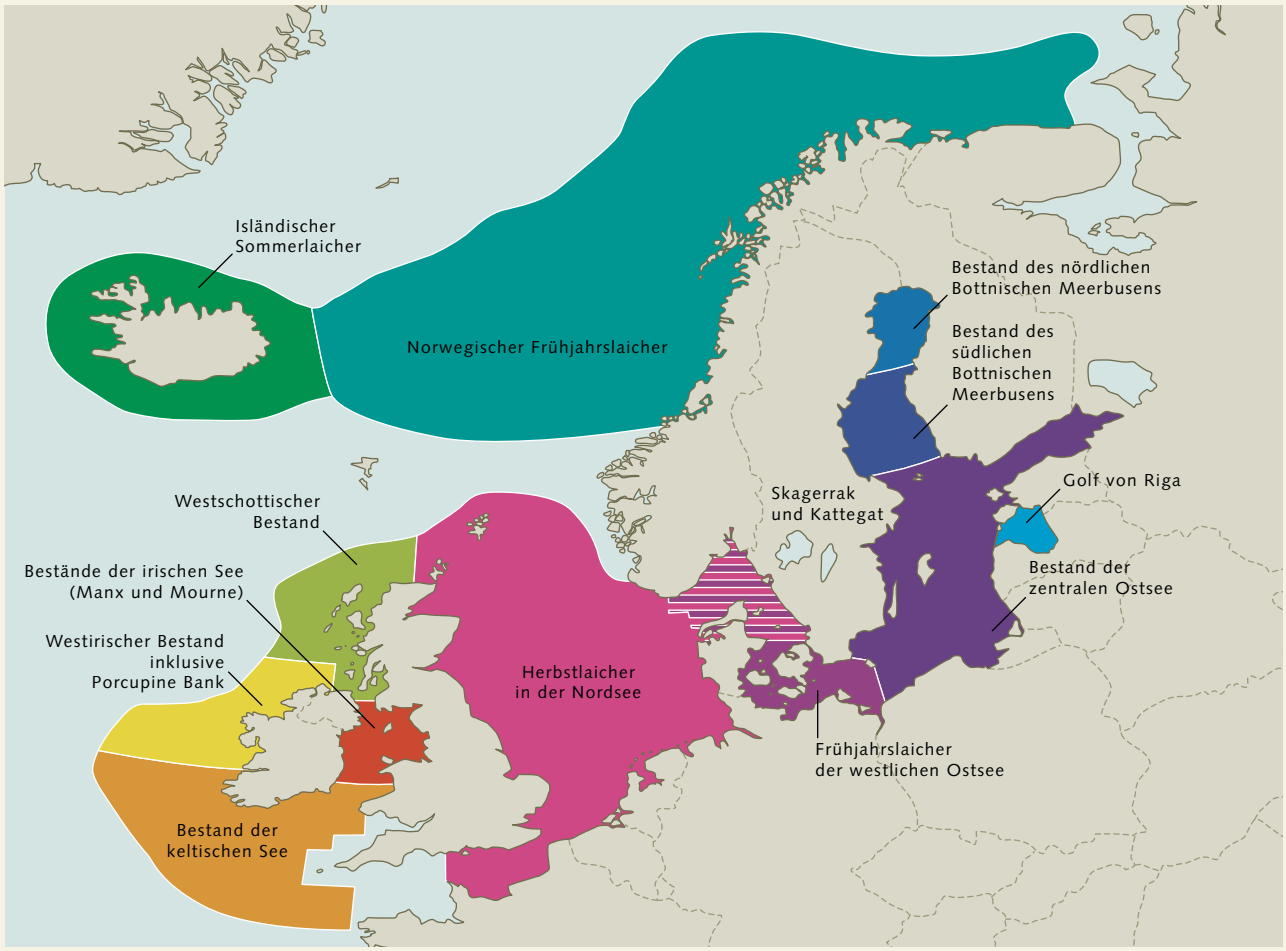
Der nordatlantische Kabeljau, der im Ostseeraum auch als Dorsch bezeichnet wird, legt seine Eier im freien Wasser ab. Die Eier sinken nicht ab, sondern schweben in der Wassersäule. Sie liegen auf der sogenannten Salzgehaltssprungschicht. Das ist eine abrupte Trennungszone zwischen leichtem süßerem Wasser mit geringer Dichte, das oben schwimmt, und salzigerem Wasser höherer Dichte, das darunter liegt. Die Dichte der Dorscheier ist so groß, dass diese im süßeren Wasser absinken, jedoch nicht in das dichtere Salzwasser abtauchen. Für eine gute Entwicklung benötigen die Eier salz- und sauerstoffreiches Wasser. Diese Parameter hängen in der Ostsee vor allem vom Zustrom kühlen salzigen und sauerstoffreichen Nordseewassers ab. Strömt lange kein Nordseewasser ein, süßt die Ostsee durch den Zustrom von Flusswasser aus, das sich über der Sprungschicht ansammelt. Die Sprungschicht sinkt ab. Mit der Tiefe aber nimmt der Sauerstoffgehalt ab. In manchen Fällen ist der Sauerstoffgehalt so gering, dass sich die Eier vor allem in den tiefen Ostseebecken nur schlecht oder gar nicht mehr entwickeln können. Erst mit dem nächsten Zustrom von frischem Nordseewasser verbessern sich die Entwicklungsbedingungen wieder.

Die Lebensbedingungen der Fische ändern sich also mehr oder weniger regelmäßig. Dadurch können sowohl die Größe eines Bestands als auch seine Ausdehnung beeinflusst werden. Der Dorschbestand in der östlichen Ostsee etwa ist stark von Salzwassereinbrüchen aus der Nordsee abhängig. Ein solch massiver Wassereinstrom findet nur alle paar Jahre bei bestimmten Wetterlagen statt. Er ist so stark, dass er die Darßer Schwelle vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns überwindet, eine Art Untiefe. Das schwerere salzige Nordseewasser kann diese Schwelle normalerweise nicht überströmen. Während der massiven Salzwassereinbrüche aber fließt das Nordseewasser am Grund der Ostsee in großen Mengen über die Schwelle hinweg bis in die Danziger Bucht und weiter in das Gotlandbecken zwischen Lettland und Schweden. Ein solcher Salzwassereinbruch ist wichtig, denn er bringt mit dem salzreichen, meist kalten Wasser lebenswichtigen Sauerstoff in die Tiefe, wo die Dorsche laichen. Bleibt der Einstrom lange Zeit aus, verschlechtern sich die Laichbedingungen.

Darüber hinaus weiß man heute, dass offenbar auch langjährige Klimaschwankungen den Dorschbestand im

Eine Art – viele Bestände

Ein Bestand ist eine sich selbst erhaltende Population einer Art, die in einer begrenzten Meeresregion vorkommt. In der Regel sind die verschiedenen Bestände einer Fischart so weit räumlich voneinander getrennt, dass sich die Individuen eines Bestands nicht mit denen des anderen mischen, obgleich sie zur selben Art gehören. Ein Beispiel ist der Hering. Die Individuen in den norwegischen Gewässern laichen im Frühjahr. Die Heringe in der Nordsee hingegen laichen im Herbst. Es gibt also eine sehr deutliche, sogar biologisch manifestierte Trennung zwischen den jeweiligen Beständen. Für das Fischereimanagement und die Diskussion um die Übernutzung von Fischarten ist es essenziell wichtig, einzelne Bestände zu betrachten. Denn längst nicht immer wird eine Art komplett überfischt, sondern meist nur ein einzelner Bestand. So hat sich der Heringsbestand der Herbstlaicher in der Nordsee nach knapp 5 Jahren wieder erholt, während der Bestand der Frühjahrslaicher vor Norwegen fast 20 Jahre dafür benötigte.



1.6 > Der Hering lebt im Übergangsgebiet zwischen nördlicher gemäßigter und polarer Zone. Er kommt nicht nur in der Nord- und Ostsee, sondern im gesamten Nordatlantik vor und lebt in einer Wassertiefe von bis zu 360 Metern. Heringe unternehmen ausgedehnte Wanderungen zwischen ihren Nahrungs- und Laichgründen und ihren Überwinterungsplätzen.

Ostatlantik, in der Nordsee und der Ostsee beeinflussen. In den 1980er Jahren etwa wuchsen die Bestände der Dorschartigen, der Gadoiden, in diesen Regionen stark an. Welche Umweltbedingungen zu diesem „Gadoid Outburst“ geführt haben, ist bis heute unklar. Es gibt mehrere Hypothesen. Möglicherweise boten die kalten Winter in den 1960er und 1970er Jahren ideale Laichbedingungen. In den Folgejahren nahmen die Bestände dann, vermutlich nicht allein aufgrund der Fischerei, wieder ab. Grundsätzlich gilt also: Wenn ein Bestand zusammenbricht, kommt meist beides zusammen – ein hoher Fischereidruck und veränderte Umweltbedingungen.

Mehr Daten für die Bestandsschätzung

Um herauszufinden, welchen Einfluss die Fischerei auf die verschiedenen Meeresgebiete hat oder wie es um eine Fischart steht – ob sie beispielsweise überfischt ist oder nicht –, benötigt man also sehr viel mehr Details als die üblichen Angaben über die jährlichen Fangmengen einer Art. Von Interesse ist unter anderem, wie sich die Bestände anderer Fischarten im selben Meeresgebiet entwickeln, also nicht allein der Bestand der befischten Art. Berücksichtigt werden sollten vor allem die sogenannten Beifänge. Dabei handelt es sich um jene Fische und Meerestiere, die beim Fischen von kommerziell interessanten Arten wie Kabeljau oder Köhler versehentlich mitgefangen werden. Diese Beifänge werden in der Regel zurückgeworfen.

Da bis heute die Beifangmengen nicht systematisch erfasst werden, fehlt eine wichtige Größe, mit der sich die Bestandsentwicklung etlicher Arten und der Zustand der Meeresgebiete viel besser einschätzen ließe. Erfreulicherweise gibt es heute schon einige Gebiete, in denen Beifänge nicht zurückgeworfen werden dürfen. Auch die Europäische Union will den Rückwurf verbieten. Insofern könnte die Fischerei Wissenschaftlern künftig viele wertvolle Daten liefern, die sich sonst nur durch kostspielige Forschungsfahrten gewinnen ließen. Immer wieder gibt es zwischen verschiedenen Experten nicht nur Streit darüber, wie es um einzelne Arten steht, sondern auch, wie sich der Bestand bestimmter Fischarten optimal abschätzen lässt. Zusätzliche Daten wären in jedem Fall eine große Hilfe.

1.7 > Heringsartige Fische bilden häufig dichte Schwärme, wie hier vor den Molukken. Sie sind für viele Meeresbewohner eine wichtige Nahrungsquelle und für das Ökosystem von großer Bedeutung.

Wichtig wäre in diesem Zusammenhang auch die Erfassung der Primärproduzenten, der Algen und Einzeller, deren Menge und Zusammensetzung die Biomasse im Meeresgebiet wesentlich mitbestimmt. Ein solcher Multiindikatoransatz, der all diese Parameter berücksichtigt, könnte wesentlich dazu beitragen, Fangmengen künftig zielgenauer festzulegen. Solche umfassenden Datensätze gibt es bislang aber nur für sehr wenige Fischarten, denn die Erhebung der vielen Parameter ist äußerst kostspielig. Zudem müssten sich dafür Experten verschiedener Disziplinen – Fischereibiologen, Ozeanografen und Planktologen – intensiv austauschen, was bisher nur bei einigen Beständen wie denen des Ostsee-Dorschs oder des westatlantischen Kabeljaus gelungen ist.

Die großen Ökosysteme – Large Marine Ecosystems

Die meisten Meeresgebiete und -lebensräume sind so groß, dass sie sich über die Küsten mehrerer Länder erstrecken. Ein umfassender Schutz dieser Gebiete ist nur

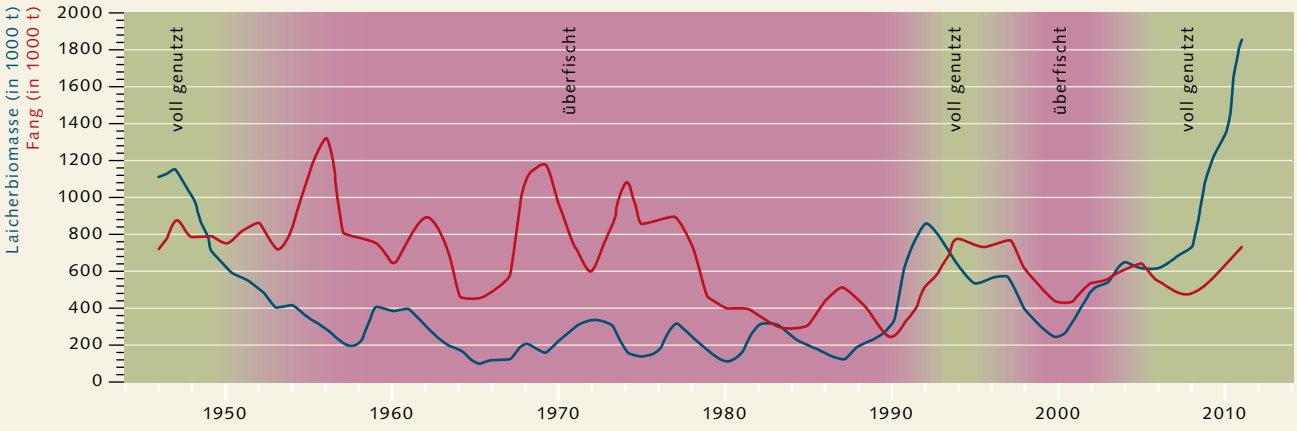
Was heißt überfischt?

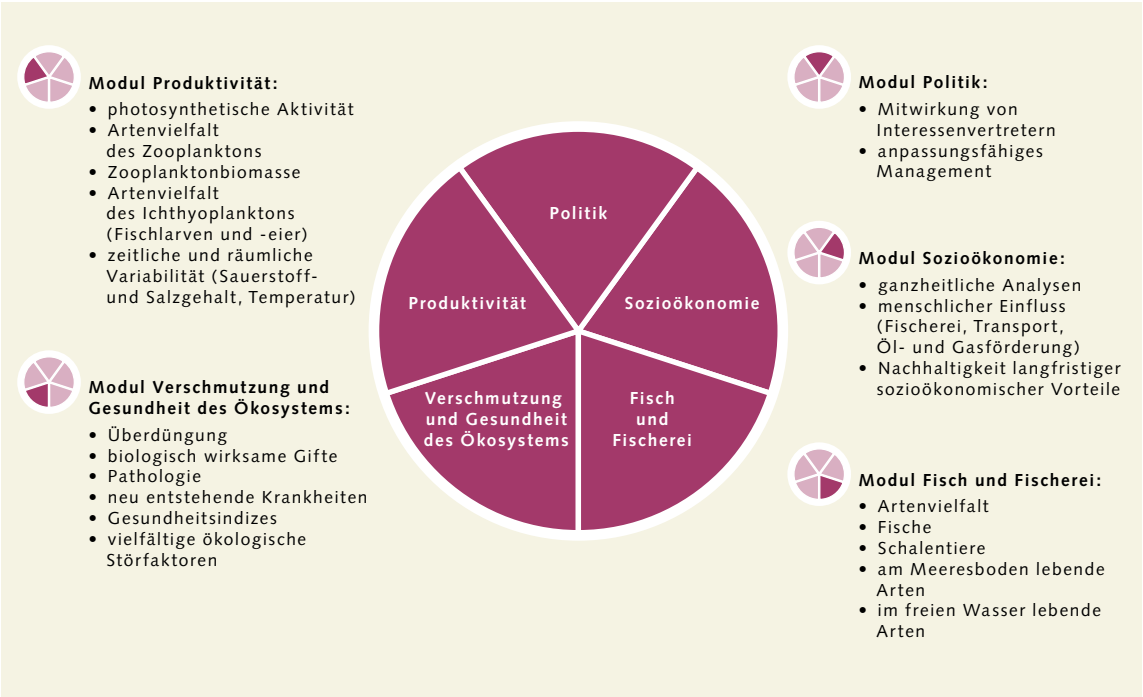
Fische lassen sich nicht zählen wie Elefanten in einem Nationalpark. Fischereibiologen müssen die Größe eines Bestands daher anhand von bestimmten Parametern kalkulieren. Wichtig ist die jährliche Fangmenge. Nimmt diese ab, kann das ein Anzeichen für ein Schrumpfen des Bestands sein. Von Interesse ist auch die Menge der geschlechtsreifen Altfische, der Laicher, denn von ihnen hängt ab, wie viel Nachwuchs produziert wird. Immerhin kann sich ein Bestand nur dann erhalten, wenn der Nachwuchs die durch den Fang entnommene Fischmenge und die Zahl der auf natürliche Weise gestorbenen Tiere ausgleichen kann. Fischereibiologen ordnen Bestände für gewöhnlich einer von mehreren Kategorien zu: gemäßigt genutzt, voll genutzt, überfischt, zusammengebrochen oder sich erholend.

Allerdings sind die Übergänge zwischen diesen Zustandsklassen unscharf, etwa zwischen dem voll genutzten und dem überfischten Zustand eines Bestands. Ein Grund dafür ist, dass verschiedene Fischarten sehr unterschiedlich auf Fischereidruck reagieren. Arten, die sich stark vermehren und schon früh geschlechtsreif werden, können höhere Fangmengen besser abpuffern als Arten, die erst nach mehreren Jahren laichen und wenige Nachkommen produzieren. Grundsätzlich aber gilt ein Bestand als voll genutzt, wenn er maximal befischt ist und keine Ausweitung der Fänge zulässt. Intensiviert man die Fischerei dennoch, kippt der Bestand in den überfischten Zustand. Ein solcher Bestand nimmt kontinuierlich ab, weil nicht mehr ausreichend Nachkommen produziert werden. Zusammengebrochen ist ein Bestand, wenn die Fänge deutlich unter den historisch bekannten Mengen liegen. Viele Forscher sehen diesen Zustand erreicht, wenn nur noch 10 Prozent der höchsten historischen Fangmenge erzielt werden. Bei einem zusammengebrochenen Bestand lässt sich die Fangmenge auch dann nicht steigern, wenn man die Fischerei intensiviert, den sogenannten Fischereiaufwand erhöht. Ein Bestand gilt als sich erholend, wenn nach einem Zusammenbruch die Fangmenge schließlich wieder steigt. Ein Beispiel ist der nordostatlantische Kabeljau, dessen Bestand in den 1960er Jahren zusammengebrochen war und sich nach einem Fangverbot wieder erholte.

Die Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) nutzt derzeit 3 Kategorien, um den Zustand der Bestände zu beschreiben: gemäßigt genutzt, voll genutzt und überfischt.

1.8 > Das Beispiel des nordostatlantischen Kabeljaus zeigt, dass ein Fischbestand zusammenbricht, wenn nicht mehr genug Altfische (Laicher) vorhanden sind, die Nachwuchs zeugen.



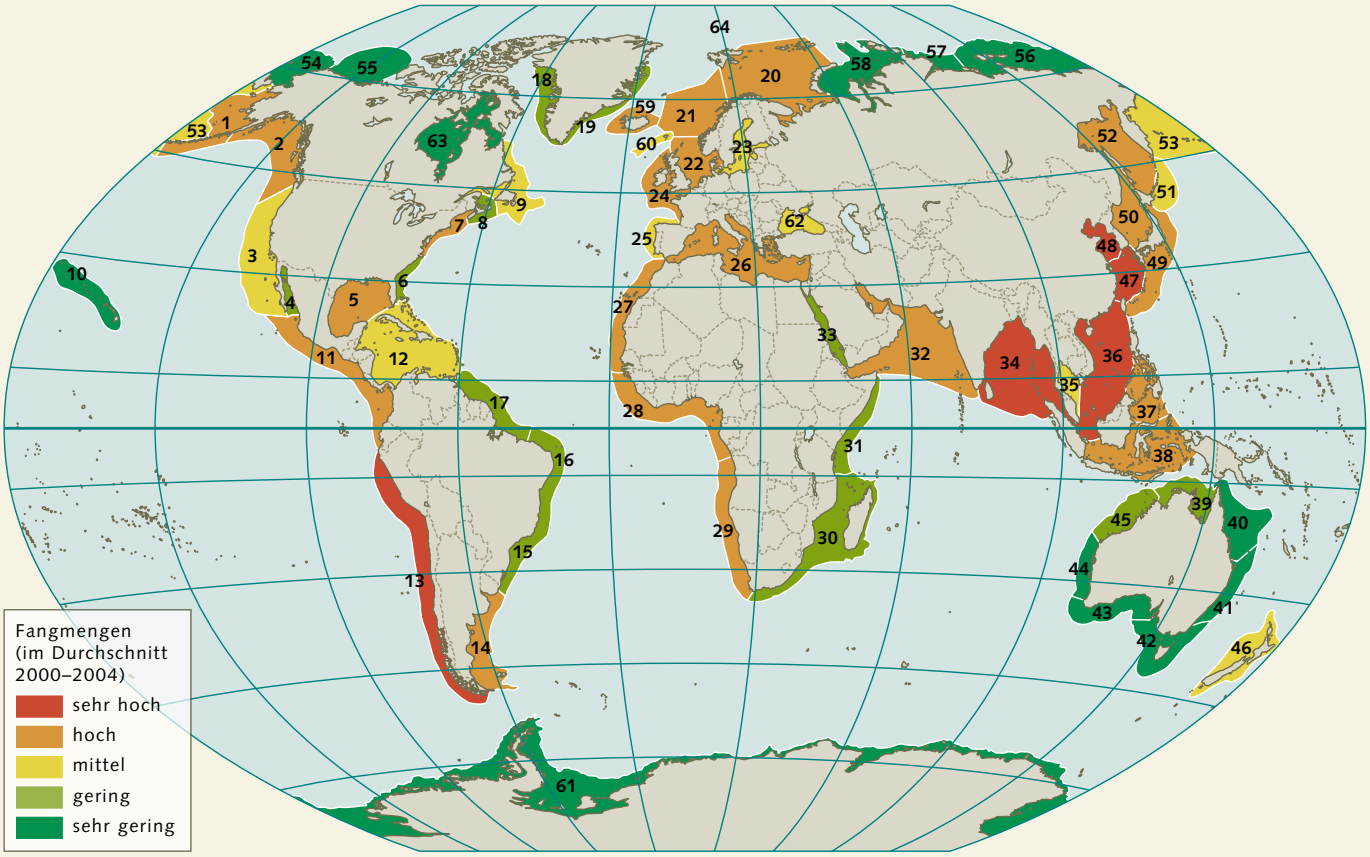


1.9 > Das Ziel des Large-Marine-Ecosystem-Konzepts ist die schonende Bewirtschaftung der Meere. Nach diesem Ansatz soll der Zustand der Meeresgebiete mit 5 verschiedenen Modulen beschrieben werden.

möglich, wenn die Staaten kooperieren, etwa was die Verschmutzung des Meeres betrifft. Auch größere Fischbestände können nur dann erhalten werden, wenn sich die Nationen auf ein gemeinsames schonendes Fischereimanagement einigen. Lange Zeit fehlten in vielen Küstenregionen derartige zwischenstaatliche Vereinbarungen. Forscher der Wetter- und Ozeanografiebehörde der USA (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) haben deshalb in den 1990er Jahren das Konzept der großen Meeresökosysteme, der Large Marine Ecosystems (LMEs), entwickelt. Demnach werden die küstennahen Meeresgebiete der Erde in 64 LMEs aufgeteilt. Jedes LME zeichnet sich durch eine typische Flora und Fauna aus. Die LMEs erstrecken sich entlang der Küsten bis zum Kontinentalabhang: jenem Bereich des Meeresbodens, wo der Festlandsockel in die Tiefsee abfällt. Berücksichtigt wird auch, dass bestimmte Meeresre-gionen durch große Strömungen charakterisiert sind, etwa die Auftriebsgebiete vor Südamerika oder Südwest-Afrika, die jeweils als eigenes LME definiert wurden.

Die LMEs umfassen alle Küstengebiete der Erde. Diese sind besonders produktiv, da sie über die Flüsse oder über Auftriebsströmungen gut mit Nährstoffen versorgt werden. Die LMEs produzieren 95 Prozent der globalen Fischbiomasse. Zugleich sind die Gebiete für den Menschen ungeheuer wichtig. Weltweit leben Hunderte Millionen Menschen an Küsten. Ihre Existenz hängt mehr oder weniger direkt vom Fischfang ab. Das Large-Marine-Ecosystem-Konzept berücksichtigt deshalb neben biologischen auch sozioökonomische Aspekte.

Mit Unterstützung der Weltbank und des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (United Nations Environment Programme, UNEP) versucht man, vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern die zwischenstaatliche Zusammenarbeit beim Schutz der gemeinsamen Meeresgebiete zu verbessern. Forscher und Politiker der benachbarten Nationen treffen sich in Workshops und Konferenzen. Die Kunst besteht darin, trotz unterschiedlicher Interessen einen besseren Schutz der Meeresumwelt zu erreichen. Oftmals haben wirtschafliche Aspekte wie etwa die Ölförderung im Meer Vorrang vor dem Schutz der Umwelt. Das Konzept der LMEs soll hier ein Gegengewicht liefern und in den Ländern ein Bewusstsein für den Lebensraum Meer schaffen. Politische Krisen und Bürgerkriege wie etwa in der Elfenbeinküste haben die Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren allerdings



01. Östliche Beringsee
02. Golf von Alaska
03. Kalifornienstrom
04. Golf von Kalifornien
05. Golf von Mexiko
06. Südöstlicher US-Kontinentalschelf
07. Nordöstlicher US-Kontinentalschelf
08. Scotian-Schelf
09. Neufundland-Labradorschelf
10. Hawaii
11. Zentralamerikanischer Pazifik
12. Karibik
13. Humboldtstrom
14. Patagonischer Schelf
15. Südbrasilienschelf
16. Ostbrasilienschelf
17. Nordbrasilienschelf
18. Westgrönlandschelf
19. Ostgrönlandschelf
20. Barentssee
21. Norwegische See
22. Nordsee
23. Ostsee
24. Keltischer Schelf und Biskayaschelf
25. Iberische Küste
26. Mittelmeer
27. Kanarenstrom
28. Guineastrom
29. Benguelastrom
30. Agulhasstrom
31. Somalischer Küstenstrom
32. Arabisches Meer
33. Rotes Meer
34. Golf von Bengalen
35. Golf von Thailand
36. Südchinesisches Meer
37. Sulusee und Celebessee
38. Indonesisches Meer
39. Nordaustralien
40. Nordostaustralien
41. Ostzentralaustralien
42. Südostaustralien
43. Südwestaustralien
44. Westzentralaustralien
45. Nordwestaustralien
46. Neuseelandschelf
47. Ostchinesisches Meer
48. Gelbes Meer
49. Kuroshiostrom
50. Japanisches Meer
51. Oyashiostrom
52. Ochotskisches Meer
53. Westliche Beringsee
54. Tschuktschensee
55. Beaufortsee
56. Ostsibirische See
57. Laptewsee
58. Karasee
59. Islandschelf
60. Färöer-Plateau
61. Antarktis
62. Schwarzes Meer
63. Hudson Bay
64. Arktischer Ozean

1.10 > Die küstennahen Meeresgebiete der Welt wurden in 64 große, länderübergreifende Meeresökosysteme eingeteilt, die sogenannten Large Marine Ecosystems. Von diesem Konzept erhofft man sich eine bessere Zusammenarbeit der Nationen beim internationalen Meeresschutz. Je nach Intensität des Fischfangs im Zeitraum 2000 bis 2004 sind die einzelnen LMEs unterschiedlich eingefärbt. Bis heute ist der Fischereidruck in vielen Meeresgebieten unverändert hoch.

immer wieder erschwert. Ein Schwerpunkt der Arbeit ist die Ausbildung der Fachkräfte vor Ort. Experten aus dem Ausland trainieren einheimische Wissenschaftler darin, die Bestände von Fischen, Primärproduzenten und anderen Meeresorganismen nach aktuellen Standards zu erfassen und die Daten entsprechend auszuwerten. In der Vergangenheit verfügten viele Staaten weder über die finanziellen Mittel noch über eine ausreichende Zahl an Fachkräften, um ein nachhaltiges Fischereimanagement in ihren Hoheitsgewässern durchzuführen. Fachwissen ist also eine wesentliche Voraussetzung für eine künftige schonende Fischerei.

Positive Beispiele sind die beiden westafrikanischen LMEs, das Benguelastrom-LME und das Guineastrom-LME. In den beteiligten Ländern wurden inzwischen zahlreiche Schulungen, Workshops und Tagungen durchgeführt.

Ein Ziel ist es derzeit, für die verschiedenen LMEs Indikatoren zu finden, mit denen sich der Zustand der Meeresgebiete beschreiben und einschätzen lässt. Letztlich soll eine schonende Bewirtschaftung der Meere erreicht werden. 5 verschiedene Arbeitsbereiche, sogenannte Module, wurden dafür definiert.

PRODUKTIVITÄT DES LEBENSRAUMS: Erfassung der Artenvielfalt, des Phyto- und Zooplanktons und seiner Biomasse, Messung der Photosyntheseaktivität etc.

VERSCHMUTZUNG UND GESUNDHEIT DES ÖKOSYSTEMS: Untersuchung des Einflusses von Umweltgiften (Biotoxinen), der Überdüngung (Eutrophierung) der Gewässer und der Entstehung krankhafter Veränderungen bei Meeresorganismen etc.

FISCH UND FISCHEREI: Untersuchung der Artenvielfalt und Biologie von Fischen und Schalentieren sowie Identifizierung von Fischbeständen und deren Änderung in der Zusammensetzung.

SOZIOÖKONOMIE: Untersuchung zur praktischen Anwendbarkeit wissenschaftlicher Erkenntnisse für das Management der Ökosysteme; Bewertung unterschiedlicher Managementmethoden anhand ökonomischer und sonstiger Kriterien nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit.

POLITIK: Überlegungen, in welcher Weise die verschiedenen Interessengruppen, unter anderem die Sektoren Fischerei, Tourismus, Energie und Umwelt, bei der Entwicklung von überregionalen Managementplänen zu beteiligen sind etc.

Das LME-Programm hat eine Reihe von Studien erstellt, in denen Fachleute die Entwicklung der LMEs während der vergangenen Jahrzehnte untersucht haben. Deutlich wird dabei, dass viele Lebensräume durch die Fischerei stark beeinträchtigt worden sind, aber auch dass in vielen Fällen noch offen ist, inwieweit natürliche Prozesse die Entwicklung der Fischbestände beeinflussen. Im Benguelastrom etwa bilden sich in manchen Jahren große sauerstoffarme Zonen. In solchen Jahren brechen die Bestände der **pelagischen** Fische ein. Auch fehlt es hier dann vielen Seevogel- und Robbenarten an Nahrung. Entsprechend gering ist die Überlebensrate der Jungtiere. Zwar weisen die Auftriebsgebiete in großer Tiefe grundsätzlich geringe Sauerstoffkonzentrationen auf. Warum sich die sauerstoffarmen Bereiche von Zeit zu Zeit bis nahe an die Oberfläche ausdehnen, ist aber noch unklar. Es gibt Hinweise darauf, dass die Sauerstoffarmut nach Phasen mit besonders intensiver Auftriebsströmung auftritt. Demnach entwickeln sich zunächst große Mengen an Phytoplankton, die später in Massen absterben und dann von Bakterien abgebaut werden. In anderen Fällen scheinen veränderte Strömungsbedingungen die sauerstoffarmen Bereiche auszuweiten. Dieses Beispiel zeigt einmal mehr, dass man das ganze Ökosystem verstehen muss, um die Entwicklung der Populationen von Meeresorganismen und letztlich auch der Fischbestände einschätzen zu können.

Das Konzept der LMEs ist wichtig und nötig. Bislang gibt es aber erst wenige Hinweise darauf, dass Erkenntnisse aus den internationalen LME-Projekten und -Aktivitäten in konkrete politische Handlungsanweisungen oder nationale Gesetze mündeten. Hier sehen Fachleute für die Zukunft noch Handlungsbedarf. In jedem Fall aber dürften die LME-Aktivitäten nach Einschätzung von Experten künftig dazu führen, dass der Meeresschutz und der Schutz der Fischbestände auch in Entwicklungs- und Schwellenländern stärker wahrgenommen werden, als das bisher der Fall ist.

Bedrohte Vielfalt

> Die Fischerei hat viele Fischbestände so stark dezimiert, dass sich der Fang einiger Arten kommerziell nicht mehr lohnt. Dennoch werden die meisten Spezies dank ihrer enormen Reproduktionsfähigkeit überleben. Allerdings gibt es Ausnahmen. Manche Arten könnten tatsächlich durch den Menschen ausgerottet werden. Bedenklich ist auch, dass die Fischerei offenbar die Evolution beeinflusst. Kleine Fische setzen sich durch, große dagegen werden seltener.

Sterben Fischarten aus?

Obwohl durch den industriellen Fischfang viele Bestände überfischt worden sind, sterben Fischarten in der Regel nicht aus. Die klassische Vorstellung, dass eine Art durch den Einfluss des Menschen ausgerottet wird wie der Laufvogel Dodo auf der Insel Mauritius, lässt sich auf die Fischerei nicht einfach übertragen. Das hat einen ökonomischen Grund: Lange bevor der letzte Fisch gefangen ist, wird die Fischerei unrentabel und in dem betroffenen Meeresgebiet beendet. Fachleute sprechen von kommerzieller Ausrottung.

Manche Fischbestände wurden in der Vergangenheit um 50 bis 80 Prozent reduziert. Für viele terrestrische Tierarten würden solche Werte das Ende bedeuten; insbesondere für solche Arten, die nur sehr wenige Nachkommen zeugen. Sterben die wenigen Jungen durch Krankheit oder indem sie gefressen werden, kann eine solche Art tatsächlich gänzlich ausgelöscht werden. Nicht so bei den Fischen: Die Bestände erholen sich in der Regel wieder. Ein wesentlicher Grund für die Widerstandsfähigkeit der Fischbestände ist ihre hohe Reproduktionsleistung. So erzeugt ein Kabeljau pro Jahr bis zu 10 Millionen Eier. Hinzu kommt, dass sich eine Fischart meist aus mehreren Beständen zusammensetzt.

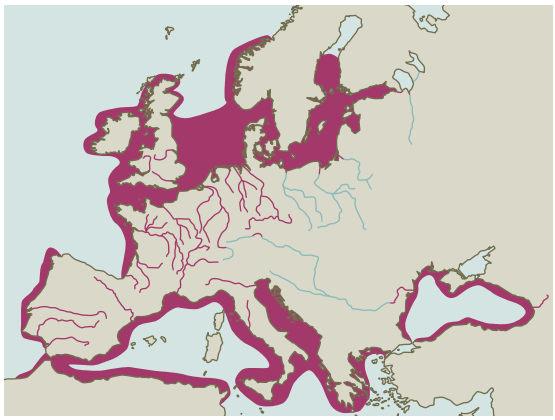
Außer Frage steht, dass die intensive Fischerei die Menge an Fisch, die Fischbiomasse, in vielen Meeresgebieten erheblich reduziert hat. Besonders betroffen sind die hohen trophischen Ebenen. Die großen Fische wurden und werden zuerst weggefischt. Auch hier kann jedoch vom biologischen Aussterben meist nicht die Rede sein. Um Aussagen über den Zustand einer Fischart machen zu können, müssen zunächst alle ihre Bestände abgeschätzt werden. Welche mathematischen und statistischen Modelle dafür am besten geeignet sind, wird seit einigen Jahren kontrovers diskutiert.

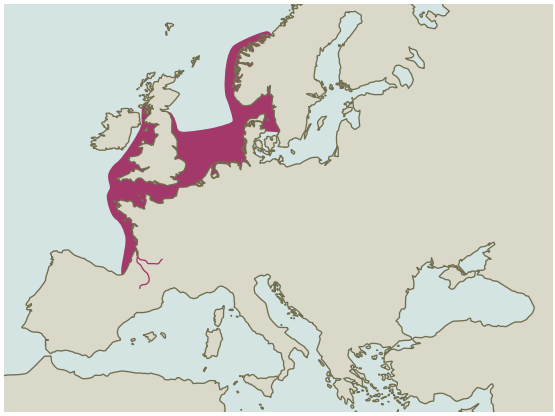
Eine grobe Unterteilung hat die Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) vorgenommen. Sie unterteilt die Fischbestände in überfischt, voll genutzt und gemäßigt genutzt. Nach Angaben der FAO gelten knapp 30 Prozent aller Fischbestände als überfischt. Die Arten werden in der Regel dennoch erhalten bleiben.

1.11 > Seit Jahren versuchen Tierschützer, den Stör in deutschen Gewässern wieder heimisch zu machen. Ein Teil der ausgesetzten Tiere trägt eine gelbe Marke auf dem Rücken. Angler, die einen solchen Stör fangen, sind gebeten, die Zahlen der Marke den Tierschützern zu melden – und den Fisch wieder ins Wasser zu setzen.

Traurige Ausnahmen

Allerdings gibt es Ausnahmen. Manche Thunfischarten bringen auf dem Markt so viel Geld ein, dass sich das Fischen selbst dann lohnt, wenn es davon nur noch wenige Exemplare gibt. Rund 500 Kilogramm kann ein Thunfisch wiegen. Bestimmte Thunfischarten wie etwa der Rote Thun *(Thunnus thynnus)*, der im Atlantik lebt, können einen Kilopreis von gut 100 Dollar haben. In Japan werden sogar Hunderttausende Euro für die ersten oder die besten Thunfische der Saison gezahlt. Dort ist teurer Fisch ein Prestigeobjekt; außerdem gelten die ersten Thunfische der Saison als Glücksbringer, für die einige Kunden sehr viel Geld zahlen. Der Fang solch wertvoller





1.12 > Um das Jahr 800 war der Europäische Stör in vielen Flüssen und fast allen Küstengebieten Europas beheimatet. Mittlerweile ist sein maritimes Verbreitungsgebiet auf den Bereich zwischen Norwegen und Frankreich geschrumpft. Das letzte Laichgebiet des Europäischen Störs ist die französische Gironde-Mündung.

Individuen lässt sich durchaus mit der Jagd nach Nashörnern an Land vergleichen. In den 1920er Jahren fand sich der Rote Thun noch regelmäßig als Beifang in den Netzen norwegischer Makrelenfischer. Heute ist die Art aus dem Kattegat und der Nordsee gänzlich verschwunden. Und im Atlantik gibt es den Roten Thun nur noch in sehr geringer Zahl.

Andere Fischarten sind vom Aussterben bedroht, weil sie gleich mehrfach unter Druck stehen – etwa durch die Fischerei und die gleichzeitige Zerstörung des Lebensraums. Ein Beispiel ist der Europäische Stör *(Acipenser sturio),* der einst von Südspanien bis Osteuropa verbreitet war. Der Stör laicht in Flüssen und wächst im Meer zum geschlechtsreifen Tier heran. Wie der Lachs wandert der Europäische Stör zum Laichen zurück in die Flüsse. Einst bewohnte die Art die Eider, die Elbe und kleine norddeutsche Flüsse wie die Oste oder die Stör. Während der vergangenen hundert Jahre aber sind die Bestände stark zurückgegangen. Heute gibt es in Europa nur noch einen einzigen Bestand im südwestfranzösischen Gironde-Mündungsgebiet, der allerdings seit Jahren schrumpft.

Der Niedergang des Störs hat mehrere Ursachen: den Ausbau der Flüsse, die Errichtung von Staustufen, die Verschmutzung des Wassers und die Fischerei. Heute sind die verbliebenen Tiere vor allem dadurch bedroht, dass sie als Beifang versehentlich ins Netz gehen. Auf der **Roten Liste** der Internationalen Union für die Bewahrung der Natur und natürlicher Ressourcen (International Union for Conservation of Nature, IUCN) wird der Europäische Stör als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft. Seit einigen Jahren setzt man daher auch Jungtiere in Flüssen aus, um die Art in verschiedenen Gebieten Europas, etwa in Deutschland, wieder heimisch zu machen. Zudem versucht man, die Tiere zum Laichen in den alten Heimatgewässern zu bewegen, indem man Flussabschnitte renaturiert oder Fischtreppen in Staustufen einbaut. Ob sich der Europäische Stör dadurch retten lässt, ist allerdings offen.

Auch manche Seepferdchenarten sind mehrfach bedroht – etwa durch die Zerstörung ihrer Lebensräume, wie zum Beispiel der Mangroven, und durch Meeresverschmutzung. Zudem gibt es eine große Nachfrage nach ihnen. Man fischt sie aus Korallenriffen, Mangroven oder Seegraswiesen ab, um sie als traditionelle Medizin auf chinesischen Märkten und als Zierfisch in der Aquaristik zu verkaufen. Zwar gibt es beispielsweise in Vietnam Zuchtprogramme, dennoch gelten gemäß der Roten Liste der IUCN 7 von 38 Seepferdchenarten weltweit als „gefährdet“, eine sogar als „stark gefährdet“. Betroffen sind vor allem jene Arten, die nur in relativ eng begrenzten Meeresgebieten vorkommen, sogenannte **endemische Arten**.

1.13 > Der Dodo starb Ende des 17. Jahrhunderts aus. Der ausschließlich auf den Inseln Mauritius und La Réunion beheimatete, flugunfähige Vogel bekam erst Feinde, als der Mensch dort eintraf. Eingeschleppte Ratten, Affen und Schweine rotteten die Art vollständig aus.

Beispiele wie diese zeigen, dass der Mensch die Fischressourcen künftig schonender nutzen und besser schützen muss. Dennoch bleibt es dabei: Für den Großteil der Fischarten weltweit kann vom Aussterben nicht die Rede sein. Die IUCN-Liste wurde ursprünglich für Landlebewesen entwickelt. Diese sind im Allgemeinen nicht so reproduktiv wie die Fische. Insofern, sagen Kritiker, wird im

1.14 > Dieser 268 Kilogramm schwere Rote Thun erzielte bei einer Fischauktion in Tokio im Januar 2012 einen Preis von 566 000 Euro. Ersteigert wurde er von Kiyoshi Kimura (links), Präsident einer Sushi-Gastronomiekette. Anfang 2013 erwarb Kimura sogar einen Thun für gut 1,3 Millionen Euro. Das entspricht einem Kilogrammpreis von über 6000 Euro.

IUCN-Regelwerk das Risiko des Aussterbens für viele kommerziell genutzte Fischarten überschätzt.

Auch andere Meerestiere sind betroffen

Die Fischerei verändert nicht allein das Artgefüge der Fische, die angelandet werden, sondern sie wirkt sich auch auf die Bestände von Tieren aus, die als Beifang gefischt werden. Für das Jahr 2000 haben US-Forscher errechnet, dass weltweit mindestens 200 000 Unechte Karettschildkröten und 50 000 Lederschildkröten versehentlich beim Thunfisch- und Schwertfischfang mitgefischt wurden. Die Schildkröten verfangen sich an den Haken von sogenannten Langleinen. Diese sind meist mehrere Kilometer lang und mit Tausenden Ködern bestückt. Schnappen die Schildkröten danach, bleiben sie an den Haken hängen. Manche können sich aus eigener Kraft befreien, andere werden von den Fischern lebend zurück ins Meer geworfen. Tausende Tiere aber sterben qualvoll. Inzwischen gibt es Versuche, die Haken so zu formen, dass die Schildkröten nicht mehr daran hängen bleiben können.

Die Langleinen können auch den Albatrossen zum Verhängnis werden, denn sie sinken nach dem Ausbringen nicht sofort in die Tiefe, sondern schwimmen erst für einige Zeit an der Oberfläche. So locken sie die Vögel an. Umweltorganisationen schätzen, dass weltweit jährlich Hunderttausende Seevögel durch die Langleinenfischerei unbeabsichtigt getötet werden. Daher testet man mittlerweile neue Methoden, die Langleinen über Rohre auszulegen, die bis in 10 Meter Wassertiefe reichen, sodass die Albatrosse die Köder nicht mehr sehen oder erreichen können.

Durch Beifang bedroht ist auch der Schweinswal in der Ostsee. In der östlichen Ostsee gibt es nach Schätzungen nur noch 500 bis 600 Exemplare. Der Schweinswal wurde hier jahrzehntelang gejagt. Außerdem setzten ihm strenge Eiswinter zu. Heute bringt jedes versehentlich gefangene Tier den Bestand der Ausrottung näher. Beinahe tragisch ist, dass sich der östliche Ostseeschweinswal selten mit seinen Verwandten in der Nordsee und westlichen Ostsee paart. Denn der Nordseebestand ist noch vergleichsweise groß. Forscher schätzen ihn auf 250 000 Tiere. Da sich die östlichen Tiere nicht

mit ihren westlichen Verwandten paaren, ist zu befürchten, dass die Art in der östlichen Ostsee ausstirbt. Für diese Region bedeutet das einen Verlust an Artenvielfalt.

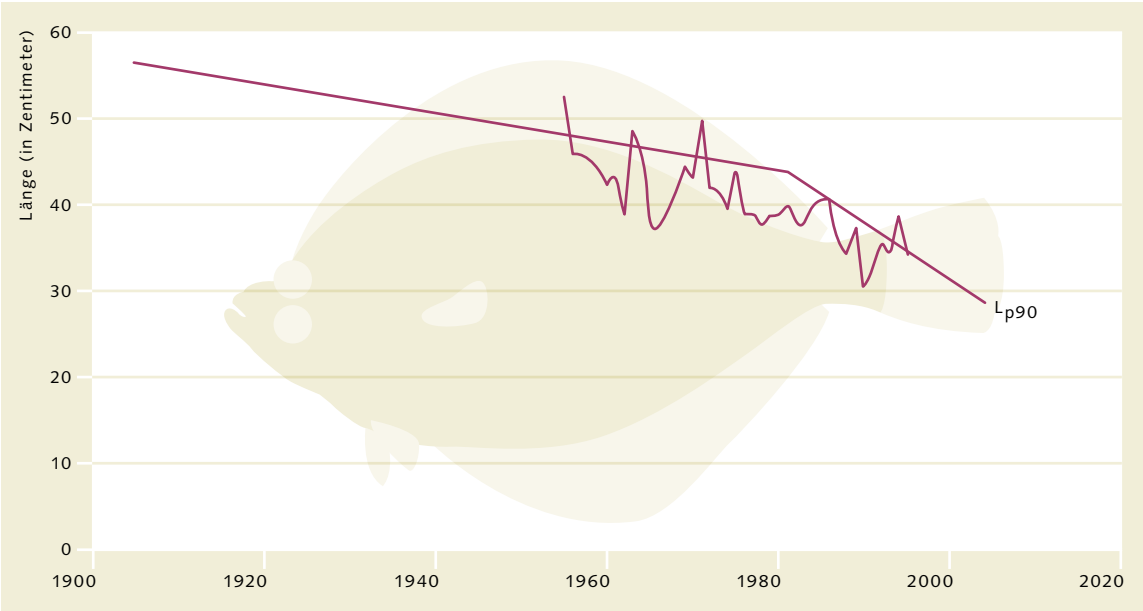
Die Fischerei beeinflusst die Evolution

Der intensive Fischfang verändert die biologische Vielfalt aber noch in anderer Hinsicht. Fachleute sprechen von fischereiinduzierter Evolution. Wenn die Fischerei vor allem große und alte Individuen wegfängt, setzen sich im Laufe der Zeit kleine Fische durch, die bereits in jungem Alter Nachkommen zeugen. Damit stellt die Fischerei den natürlichen Zustand auf den Kopf. In natürlichen Lebensräumen, die nicht von der Fischerei beeinflusst werden, setzen sich jene Fische durch, die groß sind und erst in hohem Alter geschlechtsreif werden. Ihre Eier haben eine geringere Sterblichkeit. Die Eier und auch die Larven können in der ersten Zeit eher Hungerphasen überstehen, weil sie mit mehr Reservestoffen, mehr Dotter, ausgestattet sind als die Eier und Larven von jung reproduzierenden Eltern. Davon profitiert letztendlich der gesamte Bestand, denn so wird regelmäßig viel Nachwuchs hervorgebracht, der den Bestand erhält.

Unter Fischereidruck hingegen pflanzen sich vor allem jene Tiere fort, die schon bei geringerer Größe geschlechtsreif sind, aber weniger Eier produzieren. Zudem haben ihre Eier eine höhere Sterblichkeit. Anhand von Modellrechnungen und Analysen realer Fangdaten konnten Forscher am Beispiel des Nordost-Arktischen Kabeljaus zeigen, dass es im Laufe der Zeit in diesem Fischbestand tatsächlich zu genetischen Veränderungen gekommen ist. Es setzen sich Fische mit folgender genotypischer Ausprägung durch: Die Fische werden schon jung und bei geringer Körpergröße geschlechtsreif. Das gilt sowohl für Männchen als auch für Weibchen. Die Forscher haben ihr Modell zu diesem Zweck mit Fangdaten versehen, die bis in das Jahr 1930 zurückreichen und die allmählichen Veränderungen bezüglich Alter, Größe und Reproduktionsleistung dokumentieren. Grundlage der Untersuchung waren besonders detaillierte Datensätze über den Fischfang in norwegischen Gewässern. Ursprünglich wurde der Nordost-Arktische Kabeljau im

Genotyp
Als Genotyp bezeichnet man die Gesamtheit der genetischen Informationen eines Lebewesens, die im Zellkern einer jeden Körperzelle gespeichert ist. Bei Individuen einer Art sind die meisten Gene gleich. Deren Kombination jedoch ist bei jedem Lebewesen einzigartig.

Phänotyp
Der Phänotyp ist das Erscheinungsbild eines Individuums: die sichtbare Ausprägung des individuellen Genotyps. Phänotypische Merkmale sind Augenfarbe, psychologische Eigenschaften oder Krankheiten, die genetisch bedingt sind.



1.15 > Durch die jahrzehntelange Fischerei haben sich in der Nordsee nach und nach Schollen durchgesetzt, die schon bei geringer Körpergröße geschlechtsreif werden. In mathematischen Modellen, die mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten (p) arbeiten, lässt sich dieser Zusammenhang anschaulich verdeutlichen. Dargestellt ist die Körperlänge (L) von 4-jährigen Schollen, die mit 90-prozentiger Wahrscheinlichkeit (p90) in der kommenden Saison geschlechtsreif werden. Wie diese Grafik illustriert, hat diese Körperlänge (Lp90) im Laufe der letzten Jahre deutlich abgenommen.

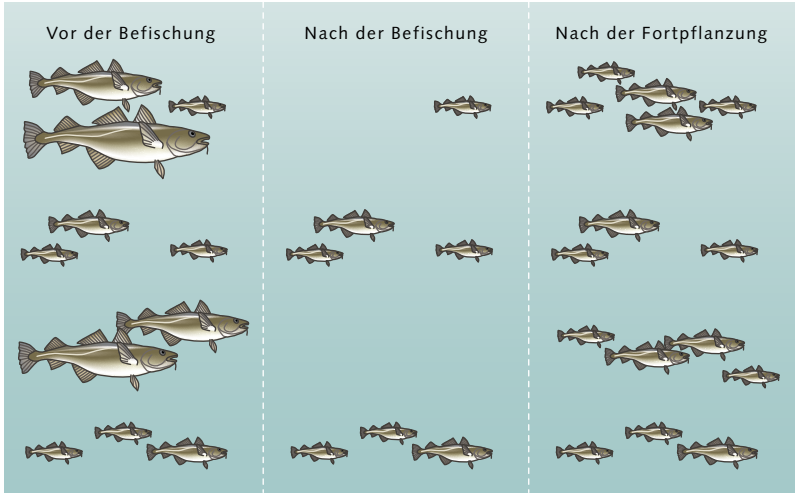
1.16 > Seepferdchen gelten in Asien als Potenzmittel. Sie werden jedes Jahr zu Millionen gefangen, getrocknet, zu Pulver zermahlen und als wertvolle Zutat für Pulver, Pillen und Tinkturen verwendet.

Alter von 9 bis 10 Jahren geschlechtsreif. Heute erreicht der Kabeljau im Nordostatlantik bereits mit 6 bis 7 Jahren die Geschlechtsreife. Interessant ist, dass diese fischereiinduzierte Evolution innerhalb weniger Jahrzehnte stattgefunden hat. Einen Grund sehen die Experten darin, dass Fischerei einen deutlich höheren Druck ausübt als natürliche Selektionsfaktoren wie beispielsweise Räuber oder extreme Umweltbedingungen, etwa starke Wärme oder Kälte. Wie die Modellrechnungen weiter zeigen, dauert es Jahrhunderte, bis sich der Effekt der fischereiinduzierten Evolution wieder umkehrt – selbst wenn man die Fischerei stoppen würde. Möglicherweise sind die Effekte in der Praxis sogar unumkehrbar. In den vergangenen 10 Jahren wurde fischereiinduzierte Evolution für eine ganze Reihe von Arten nachgewiesen, zum Beispiel auch für die Nordseescholle.

Die Fischerei bewirkt damit das Gegenteil von dem, was Tierzüchter für gewöhnlich beabsichtigen: Ein Tierzüchter wählt in der Regel die größten und produktivsten Tiere aus, um mit ihnen weiterzuzüchten. Durch die Fischerei hingegen werden gerade die alten und großen Tiere mit der höchsten Reproduktionsleistung getötet.

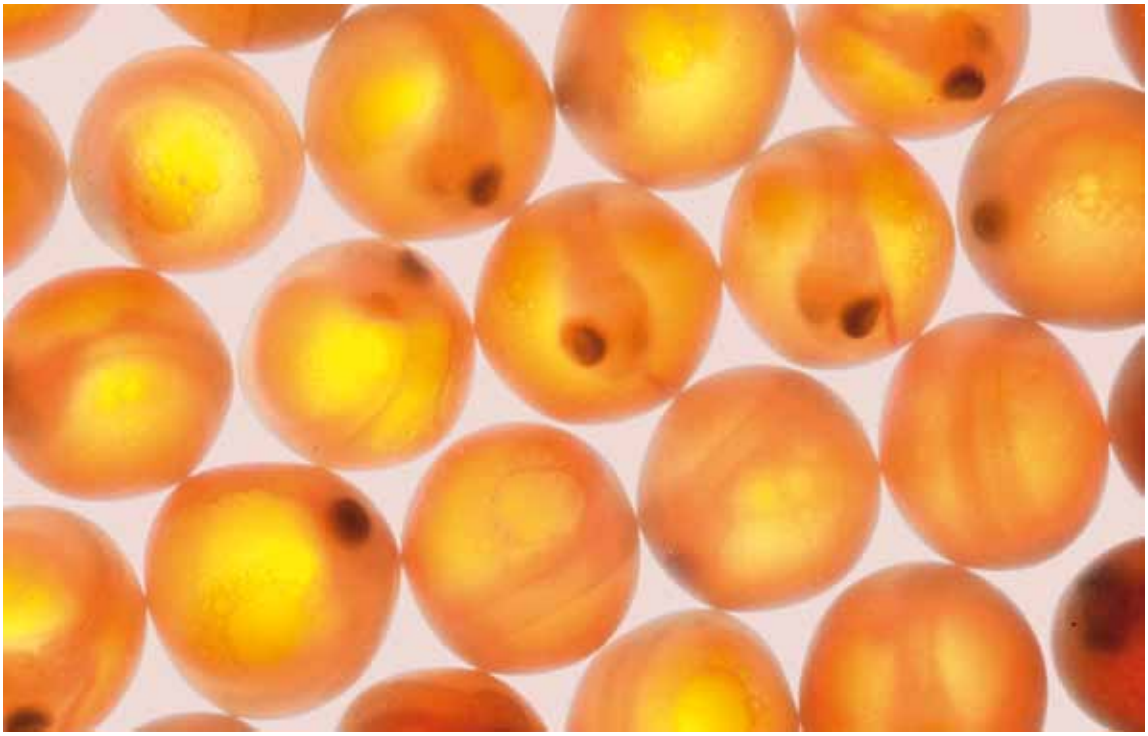
Genetische Verarmung bei Fischen?

Große und alte Fische investieren im Verhältnis zu ihrer Körpergröße relativ mehr Energie in die Produktion von Eiern als kleine und junge Tiere, die deutlich weniger Körpermasse und Volumen haben. Alte Fische sind damit eine Art Reproduktionsversicherung. Solange genug alte Fische da sind, wird genug Nachwuchs produziert. In Beständen aber, die aus wenigen und vor allem jungen Altersgruppen bestehen, steigt die Gefahr von Nachwuchsausfällen, wenn sich die Reproduktionsbedingungen zwischenzeitlich verschlechtern, etwa durch Nahrungsmangel. Bestände, in denen Altfische dominieren, puffern solche Schwankungen besser ab, weil die Alten in der darauffolgenden Saison wieder verlässlich Nachwuchs zeugen. Größere Widerstandsfähigkeit zeigen auch Bestände mit verschiedenen Jahrgängen, da die Laichzeit der Fische mit dem jeweiligen Alter variiert. In einem gemischten Bestand gibt es damit zu jeder Phase ausreichend Tiere, die laichen. Perioden mit ungünstigen Umweltbedingungen lassen sich so abmildern.



1.17 > Ein Fischbestand vor der Befischung, nach der Befischung und nach der Fortpflanzung. Die Veränderungen der Körpergröße ergeben sich aus der fischereiinduzierten Evolution.

Des Öfteren wird davor gewarnt, dass die Fischerei darüber hinaus bei den befischten Arten zu einer genetischen Verarmung, einer „genetischen Erosion“, führen könnte. Das Phänomen ist auch von Tieren an Land bekannt. Durch die Zerstörung von Lebensräumen wie dem Regenwald wird das Verbreitungsgebiet einer Art stark verkleinert. Viele Individuen sterben, bevor sie sich paaren können. Jedes Lebewesen trägt neben dem artspezifischen Erbgut zu einem kleinen Teil individuelle genetische Merkmale in sich. Stirbt das Tier, ohne dass es Nachkommen gezeugt hat, gehen diese individuellen Merkmale verloren. Die Population verarmt genetisch. Eine extreme Form der genetischen Erosion ist der sogenannte genetische Flaschenhals. In solchen Fällen wird eine Art bis auf wenige Individuen reduziert. Das kann zum Beispiel bei einer Naturkatastrophe wie etwa einem Vulkanausbruch oder einer Überflutung geschehen. Auch die intensive Bejagung von geografisch eng begrenzten Populationen wie etwa der des Sibirischen Tigers kann zu einem genetischen Flaschenhals führen. Im Extremfall kommt es zu Inzuchteffekten. Die Tiere zeugen Nachkommen, die genetische Defekte haben oder anfällig für Krankheiten sind. Einige Wissenschaftler befürchten, dass die genetische Erosion nicht nur bei Landtieren, sondern durch die Überfischung auch bei manchen Fischarten am Ende zu solchen genetischen Flaschenhälsen führt. Diese Annahme ist bislang aber hypothetisch und vermutlich falsch. Für die meisten kommerziell ausgebeuteten Fischbestände lassen sich weder genetische Erosionen noch



1.18 > Die Eier des Silberlachses, 10 Wochen nach dem Ablaichen. Die Gestalt der Larven ist schon zu erkennen. Bis zum Schlüpfen ernähren sich diese vom gelben Dotter. Die weitere Entwicklung von der Larve zum Fisch findet im freien Wasser statt.

genetische Flaschenhälse statistisch nachweisen. Fachleute gehen davon aus, dass selbst kommerziell ausgerottete Fischbestände noch über Tausende fortpflanzungsfähige Individuen verfügen. Die genetische Variabilität bleibt damit so groß, dass Erosionseffekte wahrscheinlich ausgeschlossen sind.

Die fischereiinduzierte Evolution verlangsamen

Experten empfehlen, in Zukunft verstärkt ökogenetische Aspekte im Fischereimanagement zu berücksichtigen. Dass das Fischereimanagement eine Fischart nicht losgelöst von ihrem Lebensraum betrachten darf, darüber ist man sich inzwischen einig. Darüber hinaus aber sind ökogenetische Modelle nötig, mit denen sich einschätzen lässt, welche Änderungen die Fischerei bewirkt, wie stark die genetischen Veränderungen einen Bestand beeinflussen, aber auch wie sich diese letztlich auf den künftigen Fischereiertrag auswirken. Es besteht die Hoffnung, dass sich die fischereiinduzierte Evolution durch eine verantwortungsvolle Fischerei positiv steuern oder wenigstens verlangsamen lässt. Gänzlich stoppen kann man sie vermutlich nicht. Weiter fordern Experten den Einsatz komplexerer Evolutionsmodelle. Bislang werden bei der Berechnung der Bestandsentwicklung häufig nur die Altersklassen eines Fischbestands im Detail berücksichtigt. Die Größe der Fische geht in die Kalkulation lediglich als Mittelwert pro Altersklasse ein. Dieser Mittelwert wurde aus jahrelangen Längenmessungen errechnet. Demnach wird einer Altersklasse eines Fischbestands stets nur eine fixe mittlere Größe zugeordnet. Tatsächlich aber verändert sich die mittlere Größe einer Alterklasse von Jahr zu Jahr, vor allem in Abhängigkeit vom Nahrungsangebot. Jungtiere wachsen in nahrungsarmen Jahren langsamer. Diese Variabilität muss künftig stärker berücksichtigt werden. Und natürlich gibt es in einer Altersklasse stets größere und kleinere Individuen. Auch diese Schwankungsbreite muss berücksichtigt werden. Ein Mittelwert reicht für Evolutionsmodelle nicht aus. Fachleute fordern daher eine künftig intensivere Zusammenarbeit zwischen Fischereibehörden, die über detaillierte Daten verfügen, und Mathematikern sowie Statistikern, die entsprechende leistungsfähige Rechenmodelle entwickeln können.

Conclusio

Das große Ganze im Meer

Gut 30 000 Fischarten gibt es weltweit, einige Hundert werden kommerziell befischt. Seit Langem betrachtet man die Tiere, die wirtschaftlich interessant sind, isoliert. Für das Fischereimanagement sind meist allein die jährlichen Fangmengen einer Art und ihr mutmaßlicher Bestand relevant, aus dem man neue Höchstfangmengen für die nächste Fangsaison ableitet.

Doch das Beziehungsgeflecht im Meer ist komplex. Fängt man Fische in großen Mengen, verändert das den ganzen Lebensraum. Nach und nach setzt sich daher die Idee durch, dass man das ganze Ökosystem berücksichtigen muss, wenn man die Fischbestände auf Dauer erhalten will. Um Fischbestände in der Zukunft besser und nachhaltiger managen zu können, werden künftig sehr viel aufwendigere Untersuchungen als bisher nötig sein.

Von Interesse ist unter anderem, wie sich das Phytoplankton, die Basis des Lebens im Meer, in bestimmten Regionen vermehrt. Auch die Menge und Zusammensetzung des Zooplanktons, von dem sich vor allem kleinere Fischarten ernähren, spielt eine wichtige Rolle. Zwar wurden bislang erst für wenige Arten derart komplexe Ökosystemuntersuchungen durchgeführt, dennoch ist der Wissensgewinn groß.

Darüber hinaus fordern Wissenschaftler, endlich den Beifang genau zu erfassen, jene Fische und Meerestiere, die beim Fischen bestimmter Arten versehentlich im Netz landen und anschließend meist tot wieder über Bord geworfen werden. Denn auch die Menge und Zusammensetzung des Beifangs liefern wichtige Informationen über den Zustand eines Meeresgebiets.

Erfreulich ist, dass in den vergangenen Jahren international verstärkt daran gearbeitet wird, den Meeresschutz gemeinsam voranzutreiben. So wurden die Küstengebiete der Welt beispielsweise in sogenannte Large Marine Ecosystems eingeteilt, großräumige und grenzüberschreitende Meeresökosysteme. Die Initiative soll insbesondere Experten aus Entwicklungs- und Schwellenländern zusammenbringen. Inzwischen gibt es erste positive Beispiele für internationale Meeresschutzprojekte zwischen Nachbarstaaten – etwa vor dem südwestlichen Afrika oder am Golf von Guinea.

Die meisten kommerziell befischten Arten wird der Mensch glücklicherweise nicht ausrotten können. Denn ehe die Bestände so klein sind, dass die Art verschwindet, wird der Fischfang unrentabel. Allerdings gibt es Ausnahmen wie etwa bestimmte Thunfischarten oder den Stör. Solche Arten könnten in den kommenden Jahren gänzlich ausgelöscht werden, obwohl man inzwischen zum Teil Schutzmaßnahmen eingeleitet hat. Durch intensiven Fischfang und die Zerstörung von Lebensräumen ist insbesondere der Bestand des Störs vermutlich schon so geschwächt, dass die Art wohl kaum noch zu retten sein wird.

Beunruhigend ist auch, dass der industrielle Fang wahrscheinlich die Evolution bestimmter Spezies verändert. Große Fische werden abgefischt, kleine Individuen setzen sich durch. Klein zu sein bietet dem einzelnen Fisch bei intensiver Befischung offenbar einen evolutionären Vorteil. Welche Konsequenzen diese fischereiinduzierte Evolution hat, ist noch nicht abzusehen. Vieles deutet darauf hin, dass Fischbestände aus kleinen und jung reproduzierenden Fischen weniger stabil sind als solche mit großen Tieren, die später geschlechtsreif werden. Modellrechnungen zeigen, dass sich diese durch den Menschen verursachten Veränderungen, wenn überhaupt, erst im Laufe von Jahrhunderten umkehren. Die Voraussetzung dafür ist, dass die Menschheit den Fisch künftig mit mehr Bedacht fängt und den Druck auf die Arten verringert.

Quellenverzeichnis

Baum, J. & B. Worm, 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. Journal of Animal Ecology 78: 699–714.

Dieckmann, U., M. Heino & A.D. Rijnsdorp, 2009. The dawn of Darwinian fishery management. ICES Insight 46: 34–43.

Dunlop, E.S., M. Heino & U. Dieckmann, 2009. Eco-genetic modeling of contemporary life-history evolution. Ecological Applications 19: 1815–1834.

Enberg, K., E.S. Dunlop, C. Jørgensen, M. Heino & U. Dieckmann, 2009. Implications of fisheries-induced evolution for stock rebuilding and recovery. Evolutionary Applications 2: 394–414.

Fock, H.O., 2011: Natura 2000 and the European Common Fisheries Policy. Marine Policy 35: 181–188.

Frank, K.T., B. Petrie, J.A.D. Fisher & W.C. Leggett, 2011. Transient dynamics of an altered large marine ecosystem. Nature 477: 86–88.

Frank, K.T., B. Petrie & N.L. Shackell, 2007. The ups and downs of trophic control in continental shelf ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 22, 5: 236–242.

Geßner, J., M. Tautenhahn, H. von Nordheim & T. Borchers, 2010. Nationaler Aktionsplan zum Schutz und zur Erhaltung des Europäischen Störs (Acipenser sturio). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bundesamt für Naturschutz (BfN).

Heino, M., U. Dieckmann & O.R. Godø, 2002. Reaction norm analysis of fisheries-induced adaptive change and the case of the Northeast Arctic cod. ICES CM 2002/Y: 14.

Jørgensen, C., K. Enberg, E.S. Dunlop, R. Arlinghaus, D.S. Boukal, K. Brander, B. Ernande, A. Gårdmark, F. Johnston, S. Matsumura, H. Pardoe, K. Raab, A. Silva, A. Vainikka, U. Dieckmann, M. Heino & A.D. Rijnsdorp, 2007. Managing evolving fish stocks. Science 318: 1247–1248.

Richardson, A.J., A. Bakun, G.C. Hays, M.J. Gibbons, 2009. The jellyfish joyride: causes, consequences and management actions. Trends in Ecology and Evolution 24: 312–222.

Sherman, K. & A.M. Duda, 1999. An ecosystem approach to global assessment and management of coastal waters. Marine Ecology Progress Series 190: 271–287.

www.lme.noaa.gov/

Abbildungsverzeichnis

S. 10/11: Reinhard Dirscherl; Abb. 1.1: maribus; Abb. 1.2: Alexander Safonov, pats0n.livejournal.com; Abb. 1.3: Lucia Terui/ Collection: Flickr/Getty Images; Abb. 1.4: nach Frank et al. (2011), online: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Atlantic_cod.jpg, Stand: 13.11.2012; Abb. 1.5: Sinclair Stammers/NPL/Arco Images GmbH; Abb. 1.6: Christopher Zimmermann/ Johann Heinrich von Thünen-Institut; Abb. 1.7: Jason Isley – Scubazoo/ Science Faction/Getty Images; Abb. 1.8: http://fischbestaende.portal-fischerei.de/; Abb. 1.9: www.lme.noaa.gov; Abb. 1.10: www.lme.noaa.gov; Abb. 1.11: Jens Koehler/Imago; Abb. 1.12: nach Holčik et al. (1989), Elie (1997) und Ludwig et al. (2002); Abb. 1.13: Image courtesy of Biodiversity Heritage Library; Abb. 1.14: Shizuo Kambayashi/AP Photo/ddp images; Abb. 1.15: Dieckmann et al. (2009); Abb. 1.16: Enrique Castro-Mendivil/ Reuters; Abb. 1.17: nach Dieckmann; Abb. 1.18: © 2012 Michael Durham;

Reproduktion, Übersetzung in fremde Sprachen, Mikroverfilmung und elektronische Verarbeitung sowie jede andere Art der Wiedergabe nur mit schriftlicher Genehmigung der maribus gGmbH. Sämtliche grafischen Abbildungen im „World Ocean Review“ wurden von Walther-Maria Scheid, Berlin, exklusiv angefertigt. Im Abbildungsverzeichnis sind die ursprünglichen Quellen aufgeführt, die in einigen Fällen als Vorlage gedient haben.

Impressum

Gesamtprojektleitung: Jan Lehmköster
Redaktion und Text: Tim Schröder
Lektorat: Dimitri Ladischensky
Koordinator Exzellenzcluster: Dr. Jörn Schmidt
Redaktionsteam Exzellenzcluster: Dr. Jörn Schmidt, Dr. Rüdiger Voss, Dr. Kirsten Schäfer
Gestaltung und Satz: Simone Hoschack
Bildredaktion: Petra Kossmann, Peggy Wellerdt
Grafiken: Walther-Maria Scheid
Druck: DBM Druckhaus Berlin-Mitte GmbH
Papier: Recysatin, FSC Zertifiziert

ISBN 978-3-86648-200-5

Herausgeber: maribus gGmbH, Pickhuben 2, 20457 Hamburg

www.maribus.com

MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C013894
FSC
www.fsc.org

ClimatePartner
klimaneutral
gedruckt