

akzent

Ritzhaupt/Hahlbeck/Holzlhöner

Nahrung aus dem Meer



H. Ritzhaupt/W.-H. Hahlbeck/S. Holzlöhner

Nahrung aus dem Meer

Urania-Verlag Leipzig Jena Berlin

Die Autoren Dr. Hermann Ritzhaupt (Kap. 1, 3), Dipl.-Ing. Wulf-Heinrich Hahlbeck (Kap. 2) und Dipl.-Fischwirt Sieghard Holzlöhner (Kap. 4) sind am Institut für Hochseefischerei Rostock-Marienehe tätig.

Illustrationen: Hilmar Zill, Rainer Dörner

Fotonachweis: Rudolf Grötschel, Rostock (1), Sieghard Holzlöhner, Rostock (5), Office of Naval Research, Washington (1), Manfred Quaas, Leipzig (1), Hermann Ritzhaupt, Rostock (3), Saab Scania AB, Livköping (1), Willy-Kurt Wittig, Rostock (7), Zentralbild, Berlin (7)

1. Aufl. 1977, 1.—30. Tausend.

Alle Rechte vorbehalten.

© Urania-Verlag Leipzig · Jena · Berlin,

Verlag für populärwissenschaftliche Literatur, Leipzig, 1977

VLN 212-475/30/77 · LSV 3869

Lektor: Manfred Quaas

Umschlagreihenentwurf: Helmut Selle

Typografie: Hans-Jörg Sittauer

Gesamtherstellung: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb

Leipzig — III/18/97

Printed in the German Democratic Republic

Best.-Nr. 6534649

DDR 4,50 M

Inhalt

1. Die Fruchtbarkeit des Meeres 7

Meerestiere – eine wertvolle Eiweißnahrung 7

Das marine Nahrungsgewebe 12

Wie groß sind die biologischen Ressourcen des Meeres? 22

Die Zentren der Weltfischerei 27

Bestandsschwankungen – umweltbedingt, aber auch durch die Fischerei verursacht 34

Bewegliche Fangflotten sichern die Fischereierträge 38

2. Aus der Praxis der Hochseefischerei 43

Von der Baumkurre zum Jagernetz 43

Der Weg zur Fernfischerei 50

Loten nach Fisch 53

Auf Fangreise im Atlantik 59

Neue Fangmethoden im Gespräch 64

Ringwaden im Einsatz 67

Fischen mit elektrischem Strom 69

Lichtfischerei im Vormarsch 71

Der Fischer und sein Schiff 73

3. Fischereiforschung – heute und morgen 77

Wegbereiter der Fischerei 77

Bestandsbiologie–Voraussetzung zur sinnvollen Nutzung maritimer Nahrungsquellen 78

Vorstoß in fischereiliches Neuland 86

Perspektiven moderner Fischereiforschung 90

4. Die Bewirtschaftung des Meeres 96

Der Schutz der biologischen Ressourcen 96

»Meeres«kultur und Umweltschutz 101

Gezielte Eingriffe ins ökologische Gleichgewicht des Meeres 109

Intensivwirtschaft in Meeresfarmen 113

Anbau von Algen 114

Aufzucht von Muscheln, Krebsen, Stachelhäutern... 116

...aber vor allem von Fischen 118

Aquakulturen von morgen 124

1. Die Fruchtbarkeit des Meeres

Meerestiere – eine wertvolle Eiweißnahrung

Der Fischfang zählt mit zu den ältesten Tätigkeiten des Menschen. Wie Ausgrabungen vorgeschichtlicher Siedlungen zeigen, spielte der Fisch als Nahrungsmittel schon vor mindestens 6000 Jahren eine Rolle, zumal er leichter jagdbar war als Großwild und in den Binnengewässern der Fischfang selbst von Kindern ausgeführt werden konnte. Jahrtausendlang währte das Ringen des Menschen mit den Unbilden des Meeres, anfangs nur unmittelbar vor der Küste, später mehr und mehr auf heimatfernen Fangplätzen. Bis heute hat der Fisch nichts in seiner Bedeutung als Nahrungsmittel verloren – im Gegenteil, für die Zukunft wird den Fischen und den anderen Meeresorganismen nicht unbegründet ein wachsender Beitrag zur Versorgung der Menschheit mit eiweißhaltigen Nahrungsgütern vorausgesagt. Wenn man bedenkt, daß zur Zeit immer noch zwei Drittel der Menschheit unter akutem Eiweißmangel leiden, wird das Problem der Nahrungsgewinnung aus dem Meer noch für Jahrzehnte ein weltweit aktuelles Thema bleiben.

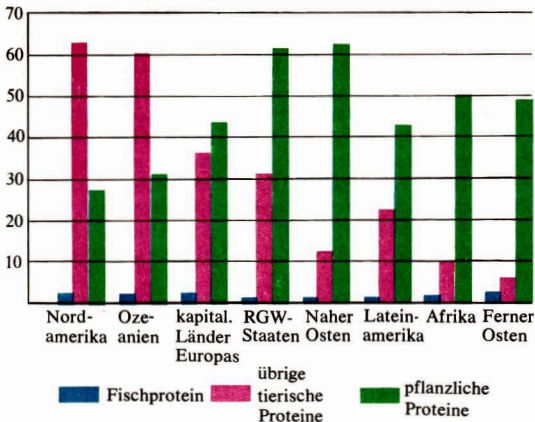
Fette, Kohlenhydrate und Eiweiße (Proteine) sind neben den lebenswichtigen Vitaminen und Mineralstoffen die Grundbestandteile unserer Nahrungsmittel. Während Kohlenhydrate in Form von Stärke und Zucker und zum Teil auch die vom menschlichen Organismus benötigten Fette in der pflanzlichen Nahrung enthalten sind, vermag rein pflanzliche Kost den für den Stoffwechsel so unentbehrlichen Eiweißbedarf nur unvollkommen zu decken,

da der Eiweißgehalt der Pflanze im allgemeinen erheblich niedriger als der tierischer Produkte ist. Es ist zwar möglich, in einer ausreichenden Nahrung die Kohlenhydrate fast völlig durch kalorisch gleichwertige Mengen von Eiweiß oder Fett, die Fette ebenfalls fast gänzlich durch Eiweiß oder Kohlenhydrate zu ersetzen, dagegen läßt sich Eiweiß nicht vollständig, sondern immer nur bis zu einem gewissen Grad gegen kalorisch äquivalente Mengen anderer Nahrungsmittel austauschen. Unsere Nahrung muß immer eine bestimmte Menge Proteine enthalten. Hieraus erklärt sich die ernährungsphysiologische Rolle des Eiweißes. Ein chronischer Eiweißmangel führt daher zu Schädigungen des Organismus.

Frischer Hering an Deck eines Fangschiffes



Proteinverbrauch pro Kopf und Tag in Gramm



Sehr unterschiedlich ist der aus der Pflanze und dem Tier stammende Proteinanteil der Nahrung in den einzelnen Regionen der Erde.

Die Proteinquellen sind heute noch von Erdteil zu Erdteil und von Land zu Land sehr unterschiedlich. Während in Europa das Eiweiß der menschlichen Nahrung etwa zur Hälfte tierischen Produkten, darunter im Sinne einer modernen Ernährungsphysiologie Fischen und anderen Meerestieren, entnommen wird, steht Millionen von Menschen in Afrika, in Asien und in Südamerika hauptsächlich pflanzliches Eiweiß zur Verfügung, und das reicht zur Abdeckung des Eiweißdefizits nicht aus.

Der Hunger und der Kampf gegen den Hunger sind primär eine sozialökonomische Frage und erst in zweiter Linie ein wissenschaftlich-technisches Problem. Es gibt keinen sogenannten »Hungeräquator«, der die tropischen und subtropischen Zonen mit einer Häufung von Entwicklungsländern von der übrigen Welt trennt, wie es einige bürgerliche Wissenschaftler als naturgegeben gern behaupten. Auch die von bürgerlichen Futurologen als Bedrohung der Menschheit hingestellte Bevölkerungs»explosion« hat ihre sozialökonomischen Ursachen und muß

ihre sozialpolitische Lösung finden. Hunger und Eiweißmangel in den Entwicklungsländern sind ausschließlich eine Folge der durch Kolonialismus und Neokolonialismus bedingten sozialökonomischen Rückständigkeit und erfordern das Einleiten sozialpolitischer Veränderungen, das Zurückweisen imperialistischer Bevormundung, einen beiderseitig vorteilhaften Warenaustausch mit den industriell stärker entwickelten Ländern und nicht zuletzt die Zusammenarbeit mit den sozialistischen Staaten. Wer Ohren hat, zu hören, merkt, daß sich gerade in dieser Hinsicht in der Welt einiges tut – erinnert sei an Kuba, Vietnam oder Angola.

Bei diesem Feldzug gegen den Hunger, bei der notwendigen weltweiten Vergrößerung der Nahrungsgüterproduktion wird die Fischerei einen wertvollen, nicht zu vernachlässigenden Beitrag leisten müssen. Wenn zum gegenwärtigen Zeitpunkt erst etwa 12 % des Eiweißbedarfs aus dem Meer gedeckt werden können, sollen es im Jahr 2000 20 % sein, und das bedeutet eine nicht unerhebliche Steigerungsrate der Weltfischereierträge.

Selbst wenn man in Rechnung stellt, daß der Fisch als Eiweißträger nie die Stellung des Warmblütlerfleisches einnehmen kann und das lebensnotwendige Eiweiß auf lange Sicht noch in vielen Ländern der Erde primär aus der pflanzlichen Kost stammen muß, steht die ernährungsphysiologische Bedeutung der marinen Nahrungsressourcen außer Zweifel.

Fische, insbesondere Seefische, sind ferner viel reicher an organisch gebundenem, also für den menschlichen Körper assimilierbarem Jod als alle anderen Nahrungsmittel, und auch der Gehalt an dem die Knochenbildung fördernden Phosphor ist verhältnismäßig hoch.

Der ernährungsphysiologische Wert der Meerestiere spiegelt sich nicht zuletzt darin wider, daß selbst in Ländern mit einer produktiven und intensiven Landwirtschaft die Seefischerei für die Versorgung der Bevölkerung mit tierischem Eiweiß einen volkswirtschaftlich bedeutsamen Beitrag leistet und auch hier große Summen in den Aufbau einer leistungsstarken Hochseefischerei investiert werden. Das gilt insbesondere für eine Reihe von RGW-Staaten, für die UdSSR, für Polen und die DDR, die der Erschließung

Tabelle 1: Eiweiß- und Fettgehalt verschiedener Nahrungsmittel

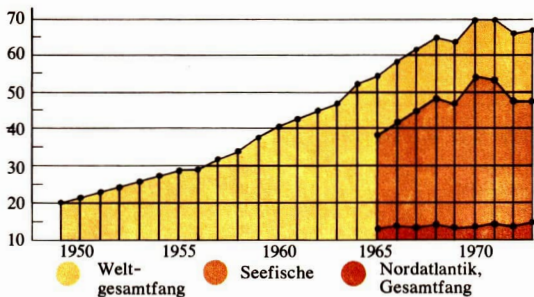
	Eiweißgehalt (in %)	Fettgehalt (in %)
<i>pflanzliche Nahrungsmittel</i>		
Gurken	0,8	0,1
Kartoffeln	2,0	0,1
Kohl	1,6	0,1
Erbsen (frisch)	6,7	0,4
Erbsen (getrocknet)	24,5	1,5
Bohnen (getrocknet)	22,0	1,5
Sojabohnen (getrocknet)	34,9	18,1
<i>Fleisch und Fleischwaren</i>		
Rindfleisch	15–20	9–25
Schweinefleisch	14,6	25–32
Broiler	22	2,7
<i>Fische und Fischwaren</i>		
Kabeljau	16,5	0,4
Heilbutt	18,6	5,2
Thun in Dosen	27,7	11,8
Salzhering	23,4	18
Bückling	21,6	20
Sprott (geräuchert)	17,2	20
Hering in Gelee	29,0	12

der marinen Nahrungsquellen schon seit vielen Jahren große Aufmerksamkeit schenken.

In solchen Ländern, wo aufgrund klimatischer oder topographischer Verhältnisse die eigene Landwirtschaft den Nahrungsbedarf nicht decken kann, etwa in Japan, Norwegen oder einigen tropischen Ländern, nimmt der Fischfang bei der Eiweißversorgung eine führende Position ein. Entsprechend hoch ist hier auch der Pro-Kopf-Verbrauch an Fischen und Meeresprodukten, der z. B. in Japan bei fast 50 kg pro Kopf und Jahr liegt (zum Vergleich DDR: 8 kg).

Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts betrug der Weltgesamtumfang nicht mehr als 2 bis 3 Miot. Um die Jahr-

Mio t



Während die Weltfangerträge fast kontinuierlich von Jahr zu Jahr steigen, stagnieren sie im Nordatlantik infolge der Erschöpfung der traditionellen Fischbestände.

hundertwende dürften es 5 bis 10 Mio t gewesen sein, 1938 hatte sich dieser Ertrag bereits wieder verdoppelt. Nach einem kriegsbedingten Rückgang stiegen die Weltfischereierträge dank einer modernen Technik in der Hochseefischerei und der Erschließung neuer Fanggebiete und Fischarten stetig an und erreichten nach einem vorübergehenden Abfallen in den Jahren 1969 und 1972 im Jahre 1974 69,8 Mio t. Nach Abzug der der menschlichen Ernährung nicht unmittelbar zuführbaren Meeresprodukte verblieben rund 55 Mio t mariner Eiweißträger, darunter fast 47 Mio t Seefische, von denen etwa ein Drittel zu Fischmehl verarbeitet wurde.

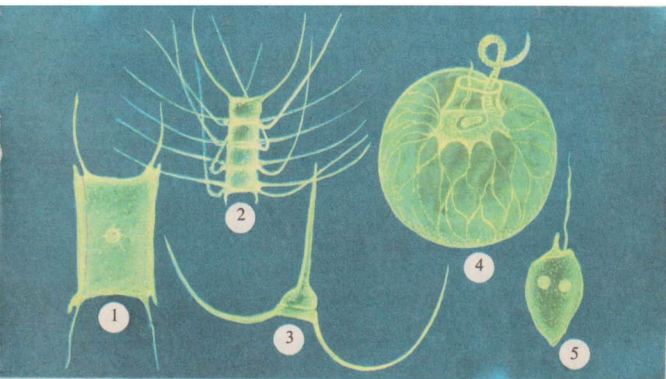
Das marine Nahrungsgewebe

Die Produktivität der Meere wird von zahlreichen Faktoren gesteuert und beeinflusst. Ausgangspunkt für alles Leben im Meer (und natürlich auch auf dem Festland) ist die Pflanze, denn nur sie ist fähig, aus dem in gelöster Form im Wasser vorhandenen Kohlendioxid und anorganischen Stoffen mit Hilfe des Sonnenlichts und des Blattgrüns als Überträger der Lichtenergie Kohlenhydrate und darüber hinaus Fette und Eiweiße aufzubauen.

Anders als auf dem Festland, wo Blütenpflanzen das Bild der Vegetation bestimmen, besteht die Masse der im Meer lebenden Pflanzen aus mikroskopisch kleinen, oft nur wenige tausendstel Millimeter messenden einzelligen Algen, dem im Wasser schwebenden Phytoplankton. Vor allem die Kieselalgen (Diatomeen) und die Panzerflagellaten (Dinoflagellaten) sind hier zu nennen, gegenüber denen die vielen anderen Algen mengenmäßig zurückstehen.

Die bekannten Großalgen, die Tange, stellen hinsichtlich ihres Verbreitungsgebietes ganz besondere Ansprüche. Da sie sich, anders als die freischwebenden Kleinalgen, am Meeresboden anheften müssen, wachsen sie nur dort, wo der Meeresboden die Möglichkeit dazu bietet, also steinig oder felsig ist und darüber hinaus noch genügend Licht erhält. Der Lebensraum der festsitzenden Algen beschränkt sich auf einen verhältnismäßig kleinen Bereich

Diatomeen (1 – *Biddulphia sinensis*, nat. Größe 0,24 mm; 2 – *Chaetoceras densum*, nat. Größe einer Zelle 0,01–0,04 mm) und *Dinoflagellaten*, 3 – *Ceratium macroceros*, nat. Größe 0,5 mm; 4 – *Noctiluca miliaris*, nat. Größe 1 mm, ruft das Meeresleuchten hervor; 5 – *Porocentrum micans*, nat. Größe 0,05 mm) sind die zahlreichsten Vertreter des Phytoplanktons.



steiniger oder felsiger Küsten, ihre Rolle in der Produktionsbiologie des Meeres ist gering.

Pflanzen können nur leben und sich vermehren, wenn ausreichend Licht vorhanden ist und sie die notwendigen Nährstoffe in Form gelöster Salze erhalten. Der primäre Faktor ist dabei das Licht, denn ohne Licht kann sich die Photosynthese, die Umwandlung von Kohlendioxid in Kohlenhydrate – Zucker und Stärke –, nicht vollziehen. Das Sonnenlicht als Energiespender entscheidet damit über die Bildung des ersten Gliedes in der Kette der belebten Materie. Bis in welche Tiefen sich Meerespflanzen noch entwickeln können, ist letztlich von der Eindringtiefe des Lichtes und auch von der Beleuchtungsdauer abhängig. Die mehrere Monate währende Polarnacht wird beispielsweise zu einem die Phytoplanktonproduktion begrenzenden Faktor.

Im allgemeinen reicht die euphotische Zone, d. h. die Zone, in der das vorhandene Licht gerade noch für den Assimilationsprozeß ausreicht, selbst in extrem klaren tropischen Meeren nicht tiefer als 100 m, im Mittel aber – abhängig von der Wassertrübung – nur 25 bis 40 m tief. Innerhalb der 40 m mächtigen Oberflächenschicht, das ist nur 1 % der mittleren Tiefe der Ozeane, werden über 75 % des ersten Gliedes der Produktion organischer Substanz, der Primärproduktion, erzeugt. In Tiefen von über 100 bis 200 m gibt es dann fast nur noch Konsumenten und keine Produzenten mehr.

Ein wesentlicher Faktor ist zum zweiten die Menge der zur Verfügung stehenden Nährsalze, die neben dem Sonnenlicht die Konzentrationsdichte des Phytoplanktons steuern. So wie es auf dem Festland fruchtbare und weniger fruchtbare, stellenweise sogar völlig sterile Böden gibt, zeigen auch die Meere Gebiete sehr unterschiedlicher Fruchtbarkeit, hervorgerufen durch das unterschiedliche Angebot an lebenswichtigen Nährsalzen. Leider überwiegen die Zonen, deren Produktivität nicht die der Wüsten übersteigt. Sie bedecken etwa 63 % der Meeresoberfläche und sind auch fischereilich uninteressant.

Pflanzen benötigen eine Reihe ganz bestimmter Nährstoffe, die in ausreichender Menge zur Verfügung stehen müssen, wenn die Pflanze gedeihen soll. Die meisten von

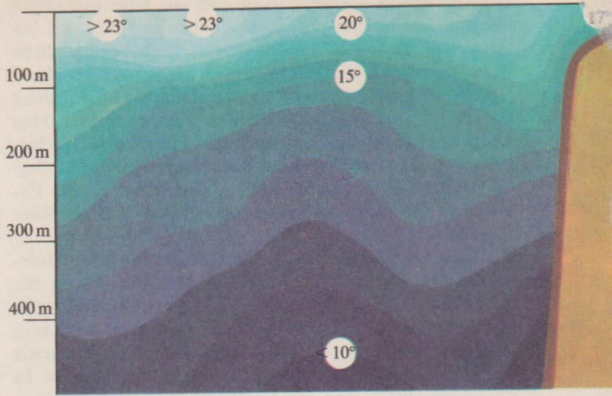
der Pflanze benötigten Mineralien enthält das Meerwasser stets in großen Mengen, nicht aber die lebenswichtigen Stickstoff- und Phosphorverbindungen in Form von Nitraten und Phosphaten, so daß deren Gehalt die pflanzliche Produktivität maßgeblich bestimmt. Ein Mangel an Nitraten oder Phosphaten kann daher zu einem die Entwicklung des Phytoplanktons begrenzenden Faktor werden. Man bezeichnet daher die Stickstoff- und Phosphorverbindungen auch als Minimumstoffe oder Mikronährstoffe. Darüber hinaus kommt dem Silizium noch eine gewisse Bedeutung zu, da es die Kieselalgen zum Aufbau ihrer Schalen benötigen.

Durch die pflanzliche Produktion werden dem Meerwasser die Nährstoffe allmählich entzogen. Wenn der euphotischen Oberflächenschicht nicht fortwährend frische Minimumstoffe zugeführt werden, kommt es bald zum Stillstand der Phytoplanktonentwicklung, das betreffende Meeresgebiet würde produktionsbiologisch veröden. In der unterschiedlichen Nährstoffzufuhr in den einzelnen Meeresgebieten liegt die Ursache für das Entstehen produktionsbiologisch reicher und armer Zonen.

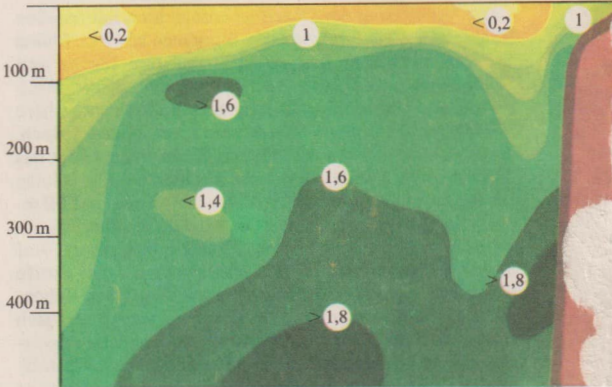
Die Versorgung der Oberflächenschichten mit frischen Nährsalzen wird durch vielerlei Vorgänge bewirkt. Flüsse und Ströme tragen jährlich die ungeheure Menge von 50 000 Megatonnen düngender Substanzen in die Weltmeere, und der atmosphärische Staubfall bringt weitere 200 Megatonnen hinzu. Den wesentlichen Faktor jedoch, durch den die effektivste Düngung erzielt wird, bildet das Tiefenwasser. Aus den Oberflächenschichten sinkt ständig ein Regen abgestorbener Organismen – Tiere und Pflanzen – in die lichtlose Tiefe, hier wird dieser Detritus allmählich von Bakterien zersetzt und mineralisiert. Auf diese Weise werden dem Tiefenwasser die Stoffe zugeführt, die von den Schwebalgen dem Oberflächenwasser entzogen wurden; das Tiefenwasser reichert sich stark mit Nährsalzen an. Durch vertikale Austauschvorgänge unterschiedlicher Intensität gelangt das nährstoffreiche Tiefenwasser zur Meeresoberfläche zurück, wo es dann wieder der Entfaltung des Phytoplanktons zur Verfügung steht.

Die stärkste Düngung erfolgt im Bereich der durch

Wassertemperaturen in °C

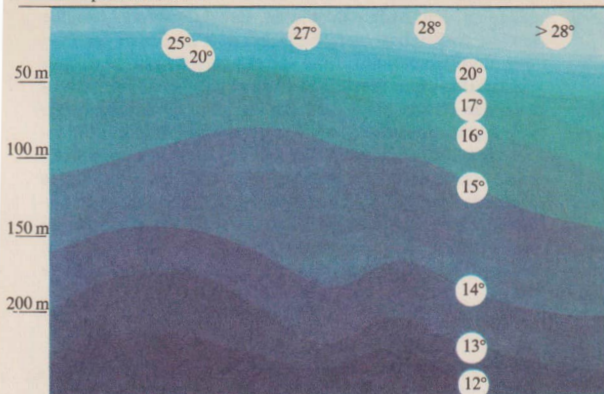


Phosphatwerte in $\mu\text{g-atom/l}$

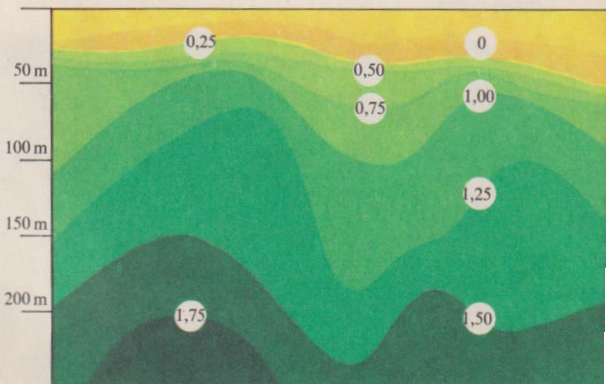


Wassertemperaturen und Phosphatverteilung in einem Aufquellgebiet: Charakteristisch sind am Kontinentalabhang aufsteigendes Kaltwasser und dementsprechend hohe Phosphatwerte im Schelfgebiet.

Wassertemperaturen in °C



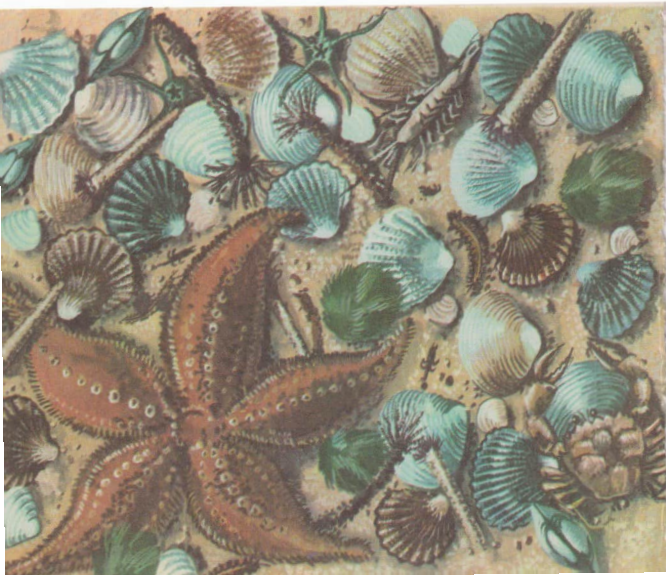
Phosphatwerte in µg-atom/l



Wassertemperaturen und Phosphatverteilung im Bereich der tropischen Hochsee: Charakteristisch sind hohe Oberflächentemperaturen und das Fehlen von Phosphat als Folge der die Vertikalzirkulation verhindernden Temperatursprungschicht.

ablandige Winde hervorgerufenen Wasserauftriebsvorgänge in den Aufquellgebieten, den Upwellings. Solche großen Auftriebsgebiete befinden sich im Raum der Pasate und Monsune an den Küsten Nordwest- und Südwestafrikas, der Westküste Indiens, der chilenisch-peruanischen Küste und vor Kalifornien. Die tangentielle Schubkraft des Windes verfrachtet die Oberflächenschichten seewärts, zum Ausgleich des an der Küste entstandenen Wasserdefizits steigt nährstoffreiches und kaltes Tiefenwasser gegen die Küste hin auf. In solchen Aufquellgebieten entfaltet sich dank den ständig zugeführten Nährstoffen eine ungeheure biologische Produktivität. Nahezu 50 % der Weltfischereierträge stammen allein aus

Am Grunde der Schelfmeere bilden Muscheln, Röhrenwürmer, Seeigel, Seesterne, Schlangensterne, Asseln, Krabben und Garnelen oft eine dichte Bodenbesiedlung. Diese Meerestiere ernähren sich vorwiegend von den abgestorbenen Organismen des Nahrungsgewebes.



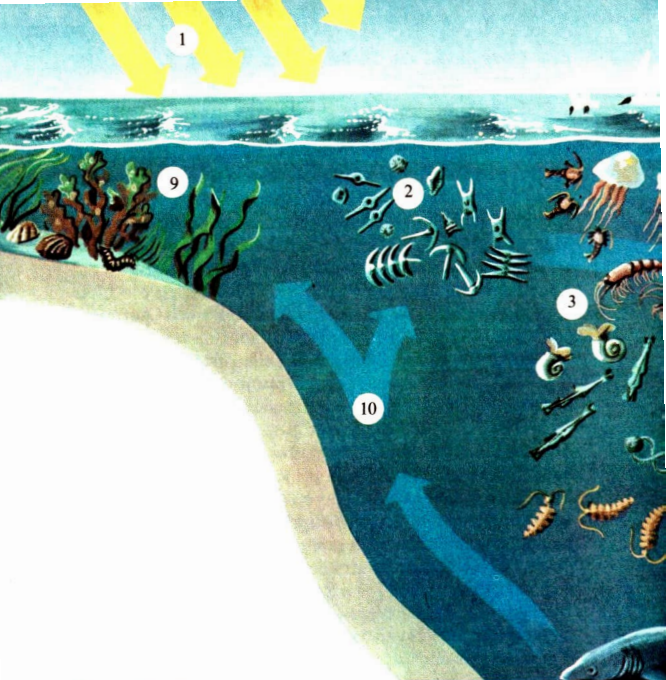
den Upwellings, die flächenmäßig nur ein Zehntel des Weltozeans ausmachen!

Dort aber, wo die Meeresoberfläche nicht fortwährend mit Nährsalzen versorgt wird, geht die Produktivität auf ein Minimum zurück. Das betrifft besonders die tropischen Meere, hier bildet sich infolge der starken Erwärmung der Oberflächenschichten in einer Tiefe von etwa 30 bis 70 m eine kräftige Temperatursprungschicht aus, die eine bis zur Meeresoberfläche reichende Vertikalzirkulation der Wassermassen unterbindet. In solchen Meeresgebieten geht die Zahl der Kleinalgen auf weniger als 3000 Zellen pro Liter zurück, während sie in den hochproduktiven Aufquellgebieten, wie z. B. in der Walfischbucht vor Namibia, kurzzeitig bis zu 34 Millionen (!) Zellen erreichen kann.

Es ist bereits darauf hingewiesen worden, daß das Phytoplankton die Grundlage für alles Leben im Meer ist. Von ihm lebt die Masse des tierischen Planktons, das Zooplankton, das wiederum räuberischen Planktern, aber auch Fischen und anderen marinen Organismen als Nahrung dient. Wir sprechen hier von einer Nahrungskette oder, besser noch, von einem Nahrungsgewebe als Ausdruck der komplizierten Verflechtungen und Wechselwirkungen, die beim Phytoplankton beginnen und über eine mehr oder weniger große Vielzahl von Konsumenten bei den obersten Gliedern, den Raubfischen, enden. Von den abgestorbenen Organismen des Nahrungsgewebes leben, soweit sie auf ihrem Weg in die Tiefe noch nicht von den Bakterien zersetzt wurden, die am Boden lebenden Detritusfresser, wie Muscheln, Schnecken und Stachelhäuter, die wiederum für viele Grundfische die Hauptnahrung sind. In alle Glieder der Nahrungskette greift schließlich der Mensch ein und nutzt sie.

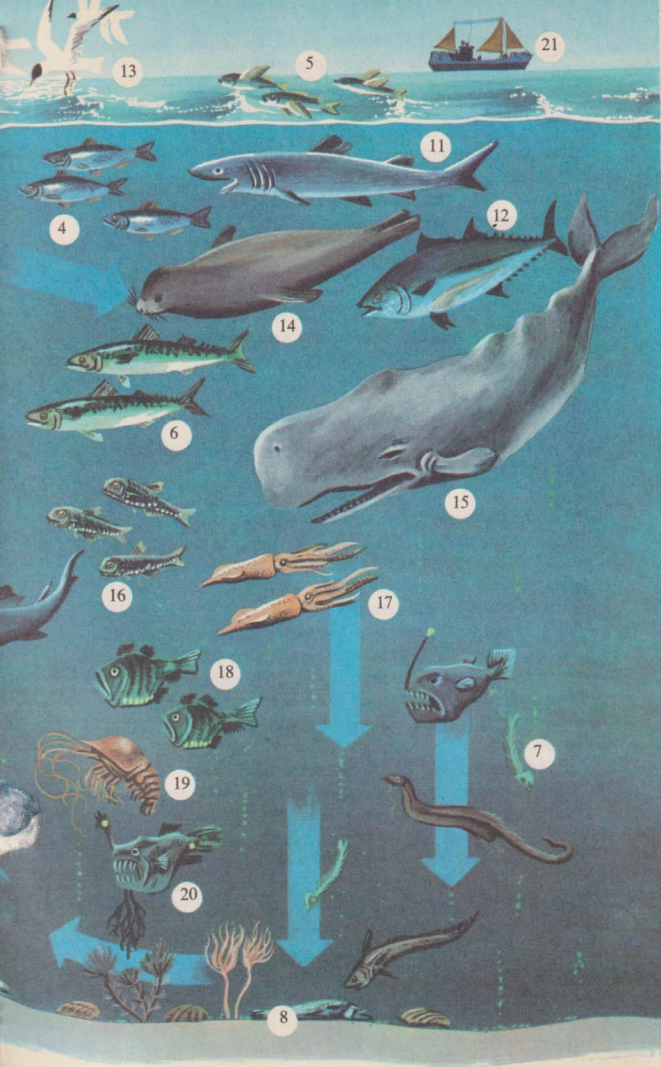
In der hier nur angedeuteten Nahrungskette kann man in grober Einteilung vier Glieder herausstellen, wobei das untere das nächsthöhere ernährt:

1. Produzenten (Primärproduktion): Algen
2. Pflanzenfresser (Sekundärproduktion, Zooplankton): Kleinkrebse, Muschellarven, Würmer, Fischlarven, phytoplanktonfressende Fische (z. B. Sardinen)
3. Tierfresser I: meist pelagisch lebende Schwarmfische (z. B. Hering, Sprott, Makrele u. a.) und Bartenwale



Der größte Teil der organischen Substanz wird innerhalb der euphotischen Zone mit Hilfe des Sonnenlichts (1) durch unzählige Phytoplanktonorganismen (2) erzeugt. Diese winzigen, einzelligen Algen sind Nahrung für pflanzenfressende Zooplankter (3) und einige Fischarten wie Sardinen (4), die wiederum eine Reihe aktiv schwimmender Räuber (5, 6) ernähren. Ein Regen abgestorbener Organismen (7) ernährt die Tiefseetiere und die Bodentierwelt (8). In den Küstenzonen bieten die Großtange (9) zusätzliche Nahrung. Das typische Küstenupwelling (10) versorgt wiederum das Phytoplankton mit den Nährstoffen, die durch die bakterielle Mineralisierung in der lichtlosen Tiefe freigesetzt wurden.

In die lange Kette eingegliedert sind weitere Meeresbewohner wie Haie (11), Thune (12), Seevögel (13), Robben (14) und der sich von Tintenfischen ernährende Pottwal (15), aber auch die Tiere der Tiefsee – Leuchtsardine (16), Kalmar (17), Beilfisch (18), Tiefseegarnele (19) oder Tiefseeangler (20). In alle Glieder der Nahrungskette greift der Mensch mit seiner Fischerei ein (21).



4. Tierfresser II: Raubfische (z. B. Kabeljau, Seehecht, Thun u. a.), große Tintenfische und Zahnwale

Beim Übergang von einem Glied in das nächsthöhere treten natürlich Substanzverluste auf, weil das Tier seinen Stoffwechsel aufrechterhalten muß und Energie zur Fortbewegung, Verdauung und Atmung benötigt. Darüber hinaus werden auch nicht alle Lebewesen von anderen gefressen, sie sterben, bevor ihre Substanz in ein anderes Tier übergegangen wäre. Alle diese Verluste bewirken, daß bei jedem Übergang zum nächsten Kettenglied nur etwa 10 % der aufgenommenen organischen Substanz in arteigene Körpersubstanz umgeformt werden. Von der ursprünglich vorhandenen Biomasse der Primärproduktion bleibt nach dem Durchlaufen einer langen Nahrungskette nur ein winzig kleiner Bruchteil übrig, den der Mensch »ernten« kann.

Wie groß sind die biologischen Ressourcen des Meeres?

Es sind viele Berechnungen angestellt worden, wie groß die Menge an Meerestieren wohl sein könnte, die das Meer noch zu liefern vermag, denn die marinen Rohstoffquellen sind gar nicht so unerschöpflich, wie man früher annahm. Es hat sich längst als eine bittere Wahrheit herausgestellt, daß eine zu schonungslose Fischerei sehr wohl imstande ist, die Fischbestände so empfindlich zu schädigen, daß eine ökonomische Fischerei nicht mehr möglich ist. Andererseits gibt es aber auch noch eine ganze Reihe kaum oder nicht genutzter Reserven, die ihrer Erschließung harren.

Aufgrund der in den Weltmeeren jährlich produzierten Masse pflanzlichen Planktons wurde von Meeresbiologen eine Biomasse von rund 55 Miat an Zooplankton und Benthos, den auf und im Meeresboden lebenden Organismen, errechnet. Alle diese Lebewesen sind in irgendeiner Form in das Nahrungsgewebe eingegliedert. Da man die innerhalb der Nahrungskette auftretenden Energieverluste einigermaßen überblicken kann, ergibt sich auf dieser Grundlage ein Gesamtpotential an größeren Fischen und

Wirbellosen in der Größenordnung von etwa 300 bis 320 Mio t. Ohne Schädigung der Bestände und des Nahrungsgewebes könnte der Mensch davon 25 bis 30 % entnehmen, was einem jährlichen Fischereiertrag von 90 bis 100 Mio t entspricht.

Es wurden auch schon größere Zahlen zwischen 120 und 300 Mio t genannt, aber die meisten der nach unterschiedlichsten Berechnungsmethoden erhaltenen, zuverlässig scheinenden Zahlen bewegen sich zwischen 80 und 120 Mio t. Diese 120 Mio t wären dann der Grenzwert der Erträge an traditionellen Fischarten, wie er um das Jahr 2000 erreicht werden dürfte.

Diese nicht unerhebliche Ertragssteigerung bedeutet vor allem eine weitere Erschließung fischereilich bisher erst wenig genutzter Fische und größerer wirbelloser Meeresbewohner in allen Weltmeeren außerhalb der traditionellen Fanggebiete. Auf den gegenwärtigen Fischgründen der Hochseefischerei, besonders aber im Nordatlantik, dürfte eine Erhöhung der Ertragsziffern bei den bekannten Nutzfischarten, wie Kabeljau, Hering oder Makrele, nicht mehr möglich sein. Diese Bestände haben, wie viele andere auch, bereits die Grenze ihrer Ertragsfähigkeit erreicht. Sie sind infolge von Überfischung, z. T. auch durch Umweltveränderungen so stark zurückgegangen, daß zu ihrem Schutz einschneidende Schonmaßnahmen erlassen werden mußten.

Man wird also künftig neue marine Ressourcen erschließen müssen, die jedoch nur bei gleichzeitigen fangregulierenden Maßnahmen eine positive Entwicklung der Weltfischereierträge sichern.

Schätzungen des Potentials einer Reihe von Fischbeständen in den Weltmeeren haben ergeben, daß der gegenwärtige Ertrag um weitere 22 bis 30 Mio t pelagischer Fische, wie Sardinen, Sardinellen, Makrelen, Schildmakrelen u. a., um 15 bis 18 Mio t Grundfische und um 6 bis 7 Mio t Tintenfische erhöht werden könnte, womit wieder der bereits genannte Maximalertrag von etwa 120 Mio t erreicht wäre. Die größten Ressourcen werden dabei in den tropisch-subtropischen Meeren mit etwa 25 bis 35 Mio t zu erwarten sein, während die Meere der Nordhalbkugel nur noch 8 bis 9 Mio t und die der Südhalb-



Der Kurzschwanzkalmar (Loligo pealei) ist bereits heute ein gefragtes Fangobjekt der Hochseefischerei.

kugel 10 bis 11 Mio t zusätzlich liefern können. Allein der Indische Ozean, der gegenwärtig nur etwa 3 Mio t Gesamtfang bringt, beherbergt noch fischereiliche Ressourcen in der Größenordnung von 12 bis 14 Mio t.

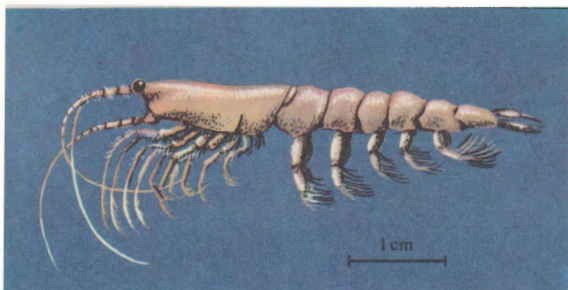
In den genannten Zahlen sind jedoch nur die Fische und Tintenfische enthalten, die bereits als kommerzielle Arten auf den Seefischmärkten bekannt sind, nicht aber die teilweise astronomisch anmutenden Ressourcen wirbelloser mariner Eiweißträger. Allein das Potential an Hochseekalmaren wird auf mehrere Millionen Tonnen geschätzt, aber noch gibt es keine effektiv fischenden Fanggeräte für diese im Hochseepelagial weitverbreiteten Kopffüßer. Als eine weitere reiche Eiweißquelle der Zukunft werden die Kleinkrebse im zweiten Glied der Nahrungskette angesehen. Ihre Biomasse ist extrem hoch, in auserwählten ozeanischen Zonen bilden sie 50 bis 95 % des Zooplanktons.

Im Vordergrund des Interesses aber steht ein typischer Vertreter des antarktischen Planktons, der Krill, ein etwa 5 bis 6 cm langer, garnelenähnlicher Kleinkrebs. Mit dem Rückgang der Bartenwale, deren Hauptnahrung der Krill

war, sind die Krillvorkommen in den Meeren der Antarktis stark angewachsen. Während das Maximum der Zooplanktonbiomasse in den hochproduktiven Meeren etwa 20 bis 30 g/m³ beträgt, konnten im Bereich der subantarktischen Konvergenz bis zu 15 kg Krill in einem Kubikmeter Meerwasser gefunden werden. Eine Schätzung der Biomasse an Krill führte zu der ungeheuren Zahl von 5 bis 6 Miat, wovon mindestens 50 bis 60 Miot kommerziell nutzbar sind. Die sich hier anbietende Proteinquelle wird bereits von einigen Fischereistaaten genutzt. Aber es gibt noch keine fest umrissenen Verwertungsmöglichkeiten für diese sehr eiweißreichen Krebstiere.

Noch völlig ungenutzt sind die Lebewesen in den sogenannten Echostreuschichten. Es handelt sich hierbei vor allem um kleine Krebschen und um 5 bis 10 cm große Leuchtsardinen. Diese Echostreuschicht befindet sich, weltweit das Hochseepelagial der Weltmeere umspannend, als schallharte, das Echo der Ultraschallgeräte reflektierende Schicht tagsüber in Tiefen von 200 bis 300 m. Mit einbrechender Abenddämmerung steigt sie bis an die Meeresoberfläche auf, um am folgenden Morgen wieder in die Ausgangstiefe abzusinken. Die Masse der in den Echostreuschichten enthaltenen Organismen wird mit weit über 100 Miot beziffert, aber bis heute gibt es noch keine

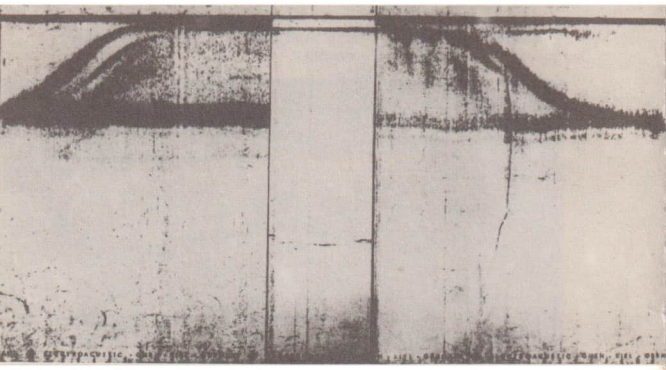
Ein lohnendes Fanggebiet der Zukunft dürfte der Krill (Euphausia superba) der Subantarktis werden.



technologisch und ökonomisch vertretbaren Verfahren, um diese Eiweißressourcen zu ernten und zu verarbeiten.

Wenn auch das Maximum der Fischereierträge an traditionellen Fischen und größeren Wirbellosen noch in diesem Jahrtausend erreicht werden dürfte, bieten andererseits die unteren Glieder der Nahrungskette noch sehr große Reserven zur Erhöhung der fischereilichen Potentiale um viele Millionen Tonnen, die durchaus helfen könnten, die Eiweißlücke zu schließen. Selbst wenn sich die meisten dieser Kleinorganismen für eine direkte Ernährung des Menschen nicht eignen sollten, könnten daraus doch Eiweißkonzentrate gewonnen werden, die sich als Nahrungsmittelzusätze oder als eiweißreiche Futtermittel für die tierische Ernährung verwenden ließen. Für viele der traditionellen Fischarten wird zwar in nächster Zeit im Zuge der sich gegenwärtig anbahnenden fischereipolitischen Ereignisse – wir gehen darauf im Kapitel über die Bewirtschaftung des Meeres näher ein – eine erhebliche Ertragssteigerung kaum mehr möglich sein, was aber

Echogramm einer Echostreuschicht aus dem Golf von Guinea – links das abendliche Aufsteigen, rechts das morgendliche Absinken



nicht ausschließt, daß die Hochseefischerei nach wie vor einen steigenden Beitrag zur Versorgung der Weltbevölkerung leisten kann; denn die Meere können schneller Nahrung bereitstellen als eine erst zu entwickelnde Landwirtschaft.

Daß sich das Meer produktionsbiologisch durchaus mit der Landwirtschaft messen kann, mögen einige Vergleiche zeigen. So weist die Erzeugung pflanzlicher Substanz im Meer Werte zwischen 500 g/m^2 (Sargassomeer) und 3500 g/m^2 (Walfischbucht) auf. Das entspricht einem Hektarertrag von 500 kg bzw. 35 t, der letzte Wert entspricht aber dem zehnfachen Ertrag eines Weizenfeldes gleichgroßer Flächeneinheit oder fast dem doppelten Ertrag eines Kartoffelackers! Einschränkend ist dabei allerdings zu berücksichtigen, daß die Produktionsmenge des Meeres im Laufe eines Jahres durch mehrere Algengenerationen erzeugt wird, wobei die nach dem Absterben der einen Generation frei werdenden Mineralstoffe von der nächsten Generation wieder zu lebender Substanz aufgebaut werden. Die innerhalb eines Jahres erzeugte Produktion wird also nicht angehäuft und ist deshalb auch nicht in dem Maße abzuernten wie die Kulturpflanzen des Festlandes.

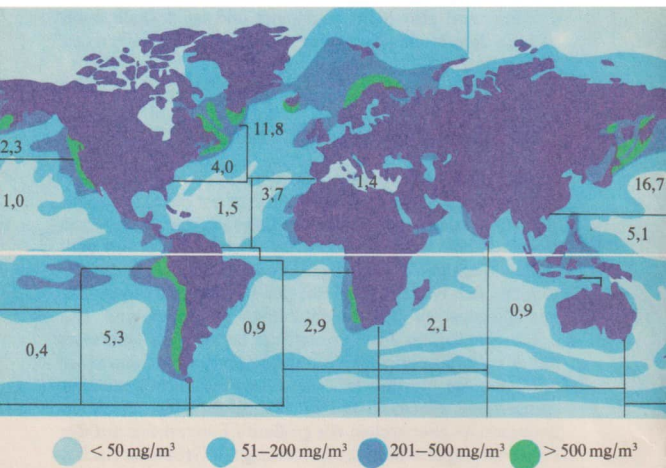
Die Zentren der Welfischerei

Die einzelnen Meere haben am Welfangertrag einen sehr unterschiedlichen Anteil, wie ein Blick auf die Karte zeigt. Sie läßt erkennen, daß es in den Ozeanen ganz bestimmte fischereiliche Schwerpunkte, aber auch Zonen mit auffallend niedrigen Erträgen gibt. Deutlich wird auch, daß die Zentren der Welfischerei mit den höchsten Erträgen fast ausnahmslos auf der Nordhalbkugel zu finden sind. Die unterschiedlichen Fischereierträge lassen sich einerseits auf das Verhältnis in der Verteilung von Festland und Meer mit einer im Norden größeren Bevölkerungsdichte und demzufolge einem größeren Nahrungsbedarf erklären, andererseits aber stehen die größeren Fangerträge auf der Nordhalbkugel in direkter Beziehung zur Größe der fischereilich nutzbaren und der Hochsee gegenüber produktions-

biologisch überlegenen Schelfflächen. Nicht zuletzt spielt auch der Entwicklungsstand der Fischerei der großen Fischereistaaten der Nordhalbkugel, der UdSSR, Japans oder der USA eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Wenn man die Gesamtfläche der Weltmeere – etwa 70 % der Erdoberfläche – ins Verhältnis mit den befischbaren Zonen setzt, so ist festzustellen, daß von den insgesamt 361 Mio km² Meeresoberfläche nur etwa 6 % auf Schelfflächen entfallen, wobei unter dem Schelf der vom Meer überflutete Festlandsockel der Kontinente und die flachen Rand- und Nebenmeere wie Nordsee und Barentssee zu verstehen sind. 95 % der Weltfangerträge entstammen diesen relativ flachen Seegebieten, nur rund 5 %, vor allem

Die höchsten Fischfangerträge werden dort erzielt, wo auch eine hohe biologische Produktivität vorhanden ist. Die Farbstufen kennzeichnen die Trockenmasse an Zooplankton (Sekundärproduktion) in einem Kubikmeter Meerwasser, die Zahlen in den Fischereizonen der Weltfischerei die jeweiligen Fischereierträge in Mio t/Jahr.



Thune, Haie und Schwertfische, kommen aus der küstenfernen Hochsee.

Beim Studium der Karte wird auch deutlich, daß die Größe der Primär- bzw. Sekundärproduktion weitgehend die Lage der Hauptfischereiegebiete bestimmt. Nur hier finden die Fische und die anderen Meeresbewohner optimale Nahrungsverhältnisse in allen Gliedern des Nahrungsgewebes.

Auf der Nordhalbkugel sind die produktionsbiologisch starken Gebiete weitaus zahlreicher als auf der Südhalbkugel, hier ragen fünf große Fanggebiete heraus, die Nordsee, die Gewässer um Island, das Schelfgebiet vor Labrador und Neufundland, die Ostküste der USA und die östliche Beringsee. In diesen Regionen übersteigt die fischereiliche Produktion 3 t/km^2 gegenüber einem auf die Gesamtfläche der Ozeane bezogenen Durchschnittsertrag von nur 170 kg/km^2 . Mehr als 3 t Fisch pro km^2 Meeresoberfläche werden auf der Südhalbkugel nur vor Peru und Namibia erreicht. Alle übrigen Fanggebiete haben eine Produktivität, die unter 1 t liegt.

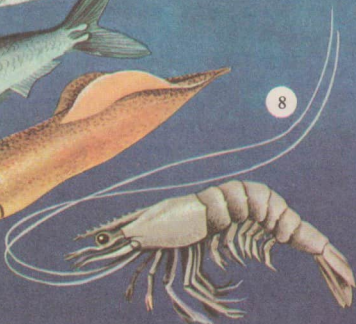
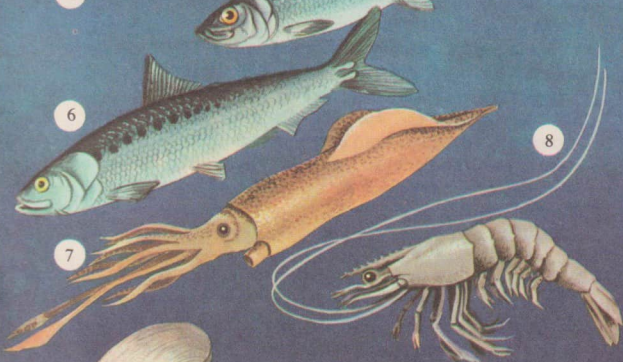
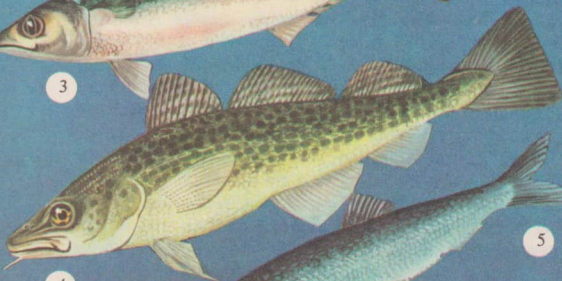
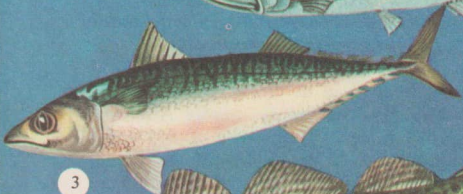
Aufgrund der produktionsbiologischen Situation ergeben sich in den Weltmeeren ganz bestimmte fischereiliche Ballungszonen mit z. T. saisonalem Charakter der Fischereien auf bestimmte Fischarten. Darüber hinaus kristallisieren sich Fanggebiete oder, in räumlich engerem Sinn, Fangplätze heraus, auf denen der Fang nur ganz bestimmter Fischarten möglich ist. Man kann auch nicht zu jeder beliebigen Jahreszeit auf allen Fangplätzen fischen, da die Biologie der Fangobjekte weitgehend den Gang der Fischerei bestimmt, so daß die Hochseefischerei einen jahreszeitlich bedingten Rhythmus trägt. So ist z. B. vor Labrador eine ertragreiche Kabeljaufischerei nur während der Vorlaich- und Laichzeit in den Winter- und Frühjahrsmonaten möglich, und ebenso kann Hering auf der südwestlich Neufundlands liegenden Georgesbank nur dann befischt werden, wenn sich die Schwärme im Sommer und Herbst zu Vorlaich- und Laichschwärmen zusammenfinden. Nach dem Abbläichen wandert der Hering unter Auflösung der Schwarmkonzentrationen ab. Eine ökonomische Fischerei ist dann nicht mehr möglich.

Es gibt für fast jede Fischart Spitzenfangzeiten, in denen

sie zur Hauptfischart wird und der Fischerei ihr Gepräge verleiht. Aus diesem Grund erklärt sich auch das wechselnde Angebot bestimmter Fischarten im Handel. Solche saisonbedingten Schwankungen werden allerdings durch die bereits auf See unmittelbar nach dem Fang einsetzenden Be- und Verarbeitungsprozesse und die Lagerung der Produkte in den Kühlhäusern an Land weitgehend ausgeglichen, so daß eine nahezu kontinuierliche Versorgung der Fischindustrie mit Rohware und der Bevölkerung mit Gefrierfisch möglich wird.

Obwohl die Artenzusammensetzung in den Weltmeeren sehr mannigfaltig ist – am vielseitigsten ist sie in den tropischen Meeren –, wird die Welfischerei doch von nur sechs Fischarten und vier Gruppen wirbelloser Meerestiere getragen. An der Spitze der Seefischfänge lag 1973 der Mintai oder Pollack, ein dem Kabeljau nahe verwandter Fisch. Mit 4,5 Miot war er die Hauptfischart der sowjetischen und japanischen Fischerei im Nordpazifik. Ihm folgte ein kleiner, heringsartiger Fisch, die Anchoveta der peruanisch-chilenischen Küste. Noch vor wenigen Jahren war dieser Fisch der am meisten gefangene, aber infolge von Umweltveränderungen, auf die wir noch eingehen werden, fielen die Erträge von mehr als 13 Miot auf 3 Miot zurück. Der Anchoveta folgten 1973 mit 2,1 Miot die Makrele, mit 1,7 Miot der Kabeljau, mit 1,5 Miot der nordatlantische Hering und mit 1,2 Miot der

Die wichtigsten Meerestiere der traditionellen Welfischerei:
1 – Mintai (Alaska Pollack), *Theragra chalcogramma*, Länge bis 90 cm, Nordpazifik; 2 – Anchoveta (Perusardelle), *Engraulis ringens*, Länge um 15 cm; 3 – Makrele, *Scomber spp.*, Länge 20–50 cm, alle Meere der gemäßigten bis tropischen Zonen; 4 – Kabeljau, *Gadus morhua*, Länge bis 120 cm, gewöhnlich 60–80 cm, Nordatlantik; 5 – Hering, *Clupea spp.*, Länge 15–45 cm, alle Meere der gemäßigten Zonen; 6 – Sardine, *Sardina spp.*, Länge bis etwa 25 cm, alle wärmeren Meere, Nordatlantik vom Englischen Kanal bis Nordwestafrika; 7 – Kalmar, zahlreiche Arten, Längen von 10 cm – über 12 m(!), alle Meere, vorwiegend Hochseepelagial; 8 – Garnele, zahlreiche Arten, Länge bis etwa 15 cm, alle Meere vom Flachwasser bis in die Tiefsee verbreitet; 9 – Auster, *Ostrea spp.*, mehrere Arten im Flachwasser der gemäßigten Meere, vielfach kultiviert; 10 – Muscheln, zahlreiche Arten in allen Meeren und Klimazonen im Schelfbereich.



vor Süd- und Südwestafrika vorkommende Pilchard, eine Sardinienart. Letzterer wird, wie auch die Anchoveta, fast ausschließlich zu Fischmehl und -öl verarbeitet. Allein diese sechs Fischarten erbrachten nahezu 27 % des gesamten Weltausfanges. Rechnet man noch die bedeutendsten Wirbellosen, die Krebstiere (1,4 Mio t), die Tintenfische (1 Mio t), die Austern (0,75 Mio t) und die Muscheln (0,6 Mio t) hinzu, so haben diese Arten allein nahezu ein Drittel der Weltausfänge ausgemacht.

Ganz ähnlich, jedoch mit einer völlig anderen Artenzusammensetzung, sieht es in der Nordatlantische Fischerei aus. Auch hier bestimmen nur einige wenige Arten die Fischerei. Wenn auch der »Fachbereichsstandard für Seefische« der DDR rund 100 als Speisefische im Handel zugelassene Fischarten nennt, so bestanden doch 1973 die Anlandungen unserer Hochseefischerei zu 85 % nur aus Hering, Makrele, Kabeljau und Flunder.

Es dürfte, mit Ausnahme der arktischen und antarktischen Zonen, wohl kaum noch ein Flachwassergebiet in den Weltmeeren geben, auf dem kein Fischfang in irgendeiner Form betrieben würde, obgleich die Fangträge sehr unterschiedlich sind, von wenigen Kilogramm täglich an den Küsten produktionsarmer Meeresgebiete bei einer noch sehr einfachen Fangtechnik bis hin zu den mächtigen Fängen von 50, 100 oder noch mehr Tonnen je Fangtag der mit modernsten Mitteln in den hochproduktiven Fanggebieten arbeitenden Fang- und Verarbeitungsschiffe.

Es würde im Rahmen dieses Taschenbuches zu weit führen, wollten wir auf alle Fanggebiete der Weltfischereien eingehen, wohl aber dürfte es den Leser interessieren, welche Fangplätze von der Hochseefischerei der DDR befischt werden. Mit einem Gesamtfang von rund 350 000 t im Jahr 1973 leisteten unsere Hochseefischer einen nicht unbedeutenden Beitrag zur Versorgung unserer Bevölkerung mit Fisch und Fischerzeugnissen und zur Bereicherung der Palette unseres Nahrungsangebotes.

Die durch unsere Fischer genutzten Fanggebiete und Fangplätze erstrecken sich über viele befischbaren Schelfgebiete des Nordatlantiks und seiner Nebenmeere. Im Jahr 1974 gehörten beispielsweise die Fanggebiete um die Bäreninsel und vor der Norwegischen Küste zu den er-

tragreichsten für den Fang von Köhler, Rotbarsch und Schwarzem Heilbutt. Im Nordwestatlantik waren es die Gebiete vor den Küsten Labradors und Neufundlands sowie vor Neuschottland und Neuengland, die Fangschiffe unserer wie auch zahlreicher anderer Fischereistaaten aufsuchten. Hier wurden vor allem Kabeljau, Rotbarsch, Schwarzer Heilbutt und Grenadierfisch und auf den südlichen Fangplätzen dieser Region, der Georgesbank, Hering und Makrele gefangen. Auf dem Schelf westlich der Britischen Inseln fand eine Saisonfischerei auf Hering, Makrele und Schildmakrele statt, aus der Nordsee stammten Köhler, Sprotten und Heringe.

Über diese traditionellen Fanggebiete hinaus führten

Tabelle 2: Fanggebiete unserer wichtigsten Nutzfische (1974)

Fischart	Hauptfanggebiet	Hauptfangzeit
Kabeljau	Barentssee/Bäreninsel	Mai–November
	Westgrönland	März–Juni
	Labrador/Neufundland	Januar–Mai
	Südneufundland	April–Dezember
Dorsch (Kabeljau)	Ostsee	Januar–Juni
Köhler	Norwegische Küste	ganzjährig
	nördliche Nordsee	ganzjährig
Rotbarsch	Barentssee/Bäreninsel	April–Juni
Hering	Georgesbank/USA-Schelf	Juli–Oktober
	Nordsee	Juli–Oktober
	Hebriden/Nordirland	Juli–November
Hering	Ostsee (Gotlandsee und Arkonasee)	Oktober–Mai
	Ostsee (Bornholmsee)	August–Dezember
Sprott	Nordsee	Juni–Dezember
	Ostsee (Gotlandsee)	Dezember–April
Sardine	Englischer Kanal	April–Juni
	Nordwestafrika	November–Juni
Makrele	Georgesbank/USA-Schelf	November–Mai
Schild- makrele und	Westausgang Englischer	ganzjährig
Makrele	Kanal/Südirland/Westbritische Gewässer	
Grenadier- fisch	Baffinland	Juli–Januar
	Labrador	Mai–Dezember

Fangreisen unserer Fang- und Verarbeitungsschiffe bereits nach Nordwestafrika zum Fang von Thunmakrelen, Schildmakrelen und Sardinen, nach Südwestafrika und in den Nordpazifik, wo eine spezielle Seehechtfischerei betrieben wurde.

Während der Nordatlantik und die anderen angeführten Fanggebiete das Tätigkeitsfeld der Fang- und Verarbeitungsschiffe und der mit Zubringern arbeitenden Transport- und Verarbeitungsschiffe sind, ist die Ostsee das Fischereigebiet der Kutter. Hering, Sprotte, Dorsch und Flunder sind die wichtigsten Fangobjekte der Ostseefischerei.

Infolge des Saisoncharakters muß jede Fischerei sehr beweglich sein und ihr Tätigkeitsfeld entsprechend der jeweiligen Situation und der zu fangenden Fischart im Laufe eines Jahres ständig wechseln.

Bestandsschwankungen — umweltbedingt, aber auch durch die Fischerei verursacht

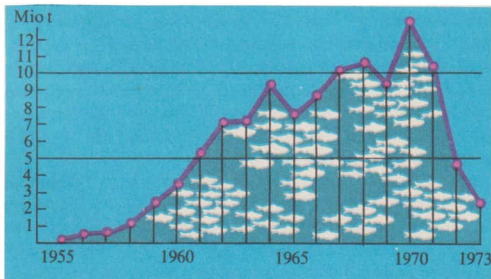
Ein besonderes Charakteristikum der Hochseefischerei ist ihre große Abhängigkeit von der schwankenden Stärke der Fischbestände. Ein kontinuierlicher Fangertrag über mehrere Jahre ist daher nicht gegeben. Hydrologische Veränderungen können einen ehemals sehr starken Fischbestand so zurückgehen lassen, daß seine Befischung schon aus rein wirtschaftlichen Erwägungen eingestellt werden muß. Aber auch durch die Einwirkung des Menschen, durch eine zu starke fischereiliche Belastung, können einschneidende Veränderungen hervorgerufen werden, wie uns das Beispiel einiger nordatlantischer Nutzfischbestände zeigt. So pendeln die Ertragsziffern der Welfischerei innerhalb der einzelnen Großfanggebiete von Jahr zu Jahr, hervorgerufen durch meteorologisch-hydrologische, anthropogene, d. h. vom Menschen verursachte, oder auch biologische Faktoren. Auf der einen Seite werden Zuwachsraten innerhalb eines Jahres bis zu 50 % registriert (Westafrika), auf der anderen Seite fallen die Erträge um fast 40 % (Südamerika), oder sie bleiben auch, wie im Nordatlantik, infolge der Bestandssituation

trotz erheblicher Zunahme des Fischereiaufwandes nahezu konstant.

Die Dynamik der Fischerei ist nicht immer vom Menschen beeinflussbar, besonders wenn sie durch Umwelteinflüsse hervorgerufen wird. Für viele Fischarten ist eine empfindliche Reaktion auf Umweltveränderungen charakteristisch. Mehr oder weniger große Fluktuationen innerhalb eines Fischbestands, die bis zum Erliegen der Fischerei führen können, sind in der Geschichte der Seefischerei nicht unbekannt. Erinnert sei an die Schonenfischerei, die im 12. bis 15. Jahrhundert zur Zeit der Hanse eine der bedeutendsten Heringsfischereien Europas war und das Rückgrat der Hanse bildete. Das allmähliche Ausbleiben des Hering vor der Südwestküste Schwedens war vermutlich eine der Ursachen ihres Zerfalls.

Den wohl schwersten Einbruch einer Fischerei erlebte Peru in den letzten Jahren. Die ungewöhnlich reichen Vorkommen der Anchoveta hatten Peru im Verlauf von zwanzig Jahren an die erste Stelle in der Weltfischerei gerückt. Durch einen extrem weit nach Süden reichenden Vorstoß warmen tropischen Wassers, des El Niño, wurden 1972 die Lebensbedingungen für die Nachwuchsjahrgänge der Anchoveta derart verschlechtert, daß der Bestand rapide zurückging und drastische Schonbestimmungen seitens der peruanischen Regierung notwendig wurden, die den Anchovetafang auf nur 2 Mio t festlegten.

Fluktuationen der peruanischen Anchovetafischerei

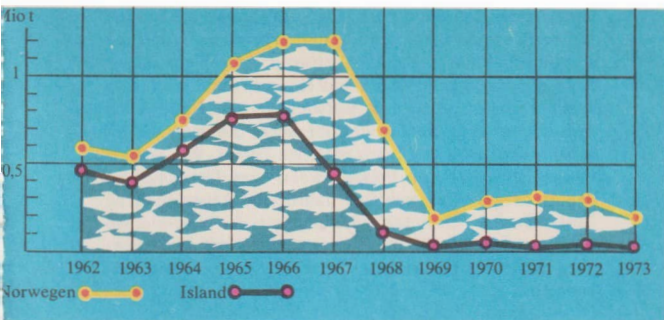


Auch plötzlich eintretende sauerstoffarme Kaltwasser-einbrüche können zu einem Massensterben der Fische führen, so daß in diesen Seegebieten Millionen toter Tiere die Meeresoberfläche bedecken, wie es in der Arabischen See mehrfach beobachtet wurde.

Für den Gang der Sardinellenfischerei vor der Küste Ghanas ist die Stärke des sommerlichen Upwellings entscheidend, da die Sardinelle nur mit dem kühlen Auftriebswasser in das Küstengebiet einwandert und dann mit Ringwaden und Stellnetzen gefangen werden kann. Dabei treten von Jahr zu Jahr beträchtliche Schwankungen in der Größenordnung von einigen zehntausend Tonnen auf, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Stärke der Aufquellvorgänge stehen. So wurden z. B. 1972 128 000 t Sardinellen gefangen, aber infolge ungünstiger Umweltbedingungen waren es im darauffolgenden Jahr nur noch 38 000 t.

Inwieweit der Mensch einen vormals sehr starken Fischbestand durch Überfischung so schädigen kann, daß er innerhalb weniger Jahre fischereilich nahezu bedeutungslos wird, mag das Beispiel des im Nordostatlantik beheimateten atlanto-skandischen Herings zeigen. Aufgrund eines erhöhten Fischereiaufwandes wurden in den Jahren 1964 bis 1967 4,4 Mio t Heringe dieser Rasse gefangen. Infolge dieser Überbeanspruchung ging der Heringsbestand rapide zurück, die geringe Bestandsgröße vermochte sich nicht mehr zu reproduzieren, so daß seit 1967 keine stärkeren Jahrgänge mehr aufgekommen sind und die Bestandsstärke immer weiter zurückging. Ob darüber hinaus die Wechselwirkung Umwelt – Fisch beim geringen Reproduktionsvermögen des nordostatlantischen Herings mitspielt, steht dabei noch offen. Island, dessen Fischindustrie diese Rohstoffquelle so dringend benötigt, erlitt hierdurch schwere fischereiliche Einbußen, fielen doch die Heringserträge von einem Höchststand von 770 000 t im Jahr 1966 auf nur 40 400 t im Jahr 1974.

Als »Ersatz« für den fast ausschließlich zu Fischmehl und -öl verarbeiteten Hering werden nun die vordem wenig beachteten großen Bestände der arktischen Lodde (Polarstint) in zunehmenden Umfang genutzt. In diesem Beispiel konnte man durch das Ausweichen auf eine andere Fisch-



Fluktuationen der Heringsfischerei im Nordostatlantik

art den durch den Rückgang des Herings entstandenen wirtschaftlichen Verlust abfangen. In anderen Fällen ist jedoch der Übergang auf eine andere Fischart schwerlich möglich, besonders wenn sich die Fischerei in einem Gebiet abspielt, wo bereits mehrere verschiedene Nutzfischbestände Überfischungserscheinungen zeigen und ihr fischereiliches Potential zu erschöpfen droht.

Wenn in den letzten Jahren unter diesen Umständen im Nordatlantik immer noch eine leichte Zunahme der Fischereierträge erzielt werden konnte, so ist das vor allem auf einen gestiegenen Fischereiaufwand zurückzuführen. Die neu in Dienst gestellten Fangschiffe wurden mit immer stärkeren Maschinen ausgerüstet, die Fangtechnik wurde vervollkommen, die modernsten Fischereihilfsmittel und Ortungsgeräte wurden eingesetzt, um den bereits beobachtbaren Rückgang der Einheitsfänge – den Fang je Fangtag oder Schleppstunde – aufzuhalten. Es ist verständlich, daß der verstärkte Fischereiaufwand die Bestandslichtung noch beschleunigte und Maßnahmen zum Schutz der Bestände unerlässlich machte. Fangregulierungen werden in zunehmendem Ausmaß hinsichtlich nahezu aller Nutzfischbestände der atlantischen Fanggebiete vereinbart.

Das Aufkommen oder auch das Ausbleiben guter Nach-

wuchsjahrgänge, die die Bestandsgröße entsprechend der Lebensdauer der einzelnen Fischarten bestimmen, spiegelt sich natürlich auch in den Fangerträgen wider. Nach Jahren einer nur mäßigen Fischerei auf einen bestimmten Fischbestand kommt es oft zur Entwicklung eines oder auch mehrerer starker Nachwuchsjahrgänge, die dann die Fischerei über mehrere Jahre aufleben lassen. Wir kennen solche Erscheinungen beispielsweise vom Ostseehering, der zu Beginn der siebziger Jahre eine ungewöhnliche Bestandsstärke erreichte, oder auch aus der Nordsee, wo um diese Zeit offenbar im Zusammenhang mit dem Rückgang des Nordseeherings ein reicher Sprottbestand heranwuchs.

Bewegliche Fangflotten sichern die Fangerträge

Bei der Befischung eines sehr vielseitigen Sortiments, aber vor allem durch die Möglichkeit des Ausweichens in andere, bessere Fanggebiete, konnten die Fluktuationen der Nutzfischbestände noch weitgehend abgefangen werden. Mitunter ließ sich eine ausgefallene Fischart sogar so substituieren, daß ein wachsendes Nahrungsangebot aus dem Meer bereitgestellt werden konnte. Das setzt allerdings bewegliche, zu vielseitigem Einsatz befähigte moderne Fangflotten voraus.

Diese Fähigkeit des vielseitigen Einsatzes der Fangschiffe in allen Weltmeeren, kombiniert mit einer breiten fischereilichen Erkundung und Erschließung neuer Fischarten, zeichnet die Hochseefischerei der Sowjetunion aus. Durch den systematischen Aufbau einer effektiven und hochleistungsfähigen Fangflotte – allein 80 % aller Fang- und Verarbeitungsschiffe der Welt fahren unter sowjetischer Flagge – hat sich die UdSSR binnen weniger Jahrzehnte zu einer bedeutenden Fischereination entwickelt, die keine kapitalistischen Krisen und Absatzschwierigkeiten kennt. Als einer der wenigen Staaten der Erde konnte die Sowjetunion ihre Fischfangerträge ohne Rückschläge von Jahr zu Jahr erhöhen und lag im Jahr 1974 mit einem Gesamtfang von 9,2 Mio t hinter der traditionsreichen ja-



Moderne Fangfahrzeuge prägen das Bild des Murmansker Hafens, der bedeutendsten Fischereibasis der Sowjetunion.

panischen Fischerei (10,9 Mio t) an zweiter Stelle im Weltmaßstab.

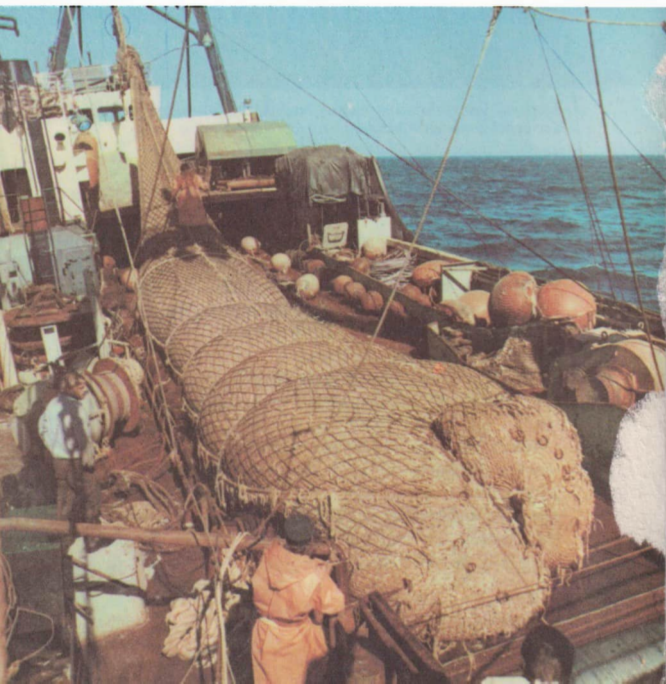
Diese bemerkenswerte Leistung wurde vor allem durch den weltweiten Einsatz von Großschiffen erreicht. Die Fangflotten werden durch Basisschiffe mit Brennstoff, Proviant und technischen Ausrüstungen versorgt, Transportschiffe übernehmen die Fertigware auf hoher See, selbst der Besatzungsaustausch wird zum Teil durch Fahrgastschiffe bewerkstelligt. Das alles sind Maßnahmen, die die Effektivität des Fischfangs wesentlich steigern konnten.

Wenngleich in kleinerem Rahmen, ist auch für die Hochseefischerei der DDR die stetige Aufwärtsentwicklung kennzeichnend. Aus den Anfängen einer bescheidenen Küstenfischerei in den ersten Nachkriegsjahren erfolgte bereits zu Beginn der fünfziger Jahre im Zusammenhang mit der Errichtung der speziell für den Bau von

Fischereifahrzeugen bestimmten Volkswerft Stralsund der Übergang zur Fischerei in Nordsee und Barentssee. Mit dem Anwachsen der Flotte durch die Indienststellung größerer Trawler Mitte der fünfziger Jahre und Anfang der sechziger Jahre der Fang- und Verarbeitungsschiffe (FVS), der Einführung der Flottillenfischerei mit Zubringertrawlern, Transport- und Verarbeitungsschiffen (TVS) sowie Kühl- und Transportschiffen (KTS) ist die DDR heute durchaus in der Lage, den Bedarf der Bevölkerung an Fischen und Fischwaren zu decken.

Auch die anderen sozialistischen Staaten haben eine ähnlich positive Entwicklung zu verzeichnen. Die polni-

Voller Steert an Deck eines Zubringertrawlers



sche Hochseefischerei liegt heute mit fast 600 kt an 24. Stelle. Bulgarien und Rumänien arbeiten mit modernen Fang- und Verarbeitungsschiffen heute im Nordatlantik, vor Nordwest- und Südwestafrika und haben das Stadium der ausschließlichen Schwarzmeerefischerei längst überwunden. Von 7500 t im Jahr 1963 konnten die bulgarischen Fischereierträge im Verlauf von 10 Jahren auf mehr als 100 000 t gesteigert werden, auch die Seefischerei Rumäniens konnte 1973 die 100 000-t-Grenze überschreiten.

Während die großen Fischereistaaten der Erde auf eine nicht selten jahrhundertealte Fischereitradition zurückblicken können – die Portugiesen fischten schon zu Beginn des 16. Jahrhunderts auf den Neufundlandbänken – beginnt für die an die Weltmeere angrenzenden jungen Nationalstaaten erst der Übergang von der handwerklichen Küstenfischerei zur modernen industriemäßigen Hochseefischerei.

Ghana ist hierfür ein beachtenswertes Beispiel. Aus der sich während der Ära des Kolonialismus kaum weiterentwickelten und überwiegend noch mit Einbäumen, Handangeln und Stellnetzen betriebenen Küstenfischerei baute der Nationalstaat Ghana eine der leistungsfähigsten Fischereien an der afrikanischen Westküste auf. Unterstützung gewährte hierbei die UdSSR, die in Tema einen modernen Fischverarbeitungsbetrieb errichtete und Fachleute ausbildete.

Durch den Ankauf großer Gefriertrawler konnte sich Ghanas Fischerei aus den produktionsbiologisch schwachen Fanggründen vor seiner Küste lösen und die Fernfischerei vor Nordwest- und Südwestafrika aufnehmen. Daraus resultieren die steigenden Fangerträge von 31 000 t 1963 auf 223 000 t 1974.

Ein beredter Ausdruck für die Kraft der sozialistischen Gesellschaftsordnung ist das Beispiel Kubas. Einer der ersten Schritte nach der Revolution im Jahre 1959 war der Aufbau einer modernen Hochseefangflotte, die helfen mußte, den durch die landwirtschaftlichen Monokulturen verursachten Mangel an tierischem Eiweiß allmählich abzubauen. Vor der Revolution bestand die kubanische Fischereiflotte fast nur aus zahlreichen kleinen und kleinsten Küstenfahrzeugen, die in unmittelbarer Nähe der Insel

dem Fang von Fischen und Langusten nachgingen. Lediglich ein paar Segelschoner angelten im Golf von Mexiko mit lebendem Köder auf Thun. Eine Schleppnetzfischerei mit Trawlern war, da es an geeigneten Fangschiffen fehlte, noch nicht versucht worden.

In einem großen Bauprogramm wurden zunächst auf kubanischen Bootswerften neue, bessere Fahrzeuge für die Küstenfischerei und speziell für den Thunfang bereitgestellt. Mit Unterstützung der Sowjetunion, die die ersten Trawler zur Verfügung stellte und in einem Vorort Havannas einen modernen Fischereihafen errichtete, entwickelte sich die Fischwirtschaft Kubas bald zu einer der führenden Lateinamerikas. Kubanische Fang- und Verarbeitungsschiffe trifft man heute sowohl im Nordwestatlantik als auch vor Nordwest- und Südwestafrika, sie tragen wesentlich zur Ernährung der Inselbewohner bei. Die industriemäßig betriebene Hochseefischerei Kubas konnte 1974 fast 165 kt Seefische und andere Meerestiere anlanden, denen nur 22 kt des Jahres 1958 gegenüberstehen.

Ziehen wir an dieser Stelle ein vorläufiges Fazit: Obwohl das fischereiliche Potential der Weltmeere nicht als unerschöpflich angesehen werden kann, bietet es doch noch genügend nutzbare Reserven für die Ernährung der Menschheit. Wissenschaft und Technik, Fischereiforschung und Fangausrüstung werden das Ihre zur sinnvollen Nutzung der Ressourcen beitragen.

2. Aus der Praxis der Hochseefischerei

Von der Baumkurre zum Jagernetz

Die Eigenart der prähistorischen Fischfanggeräte, dem »nagenden Zahn der Zeit« kaum Widerstand zu bieten, hat uns nur wenig Zeugen für die Fischfangtechnik und die Geräte der Frühzeit beschert. Durch die konservierende Wirkung der Moore sind prähistorische, aus Naturfasern gefertigte Netztücher erhalten geblieben, die es gestatten, den Zeitpunkt ihrer Herstellung für den nordeuropäischen Raum mindestens auf 3000 bis 4000 Jahre v. u. Z. zu datieren. Im Laufe der Jahrhunderte entwickelte sich dann eine Vielzahl von Fanggeräten und Technologien, zugeschnitten auf die Bedingungen, die die Fangobjekte mit ihren Verhaltensweisen, die Gewässer mit ihren Eigenschaften und der Mensch mit seinen Fähigkeiten, Erfahrungen und Organisationsformen stellten.

Als der Mensch das Floß und später das Boot zum Fischfang nutzte, erschloß er sich neue Fangobjekte mit neuen Verhaltensweisen, größere Wassertiefen und rauhere Fischereibedingungen. Das Fanggerät mußte den neuen Bedingungen angepaßt werden. Es konnte größer werden, da es jetzt vom Fahrzeug getragen bzw. von den Naturkräften, von Wind und Strömung, fortbewegt wurde.

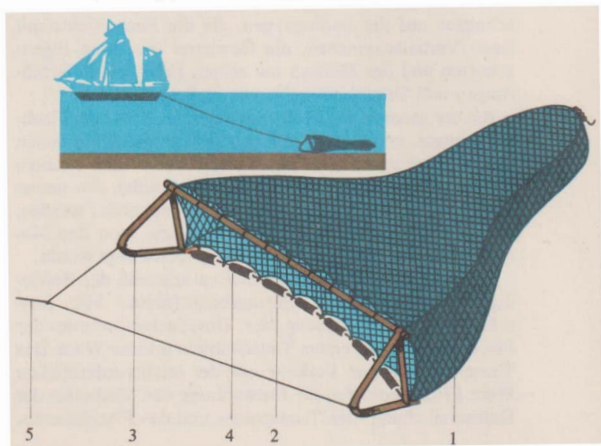
Der Fischfang diente zunächst naturgemäß der Befriedigung elementarer Nahrungsbedürfnisse. Mit fortschreitender Entwicklung der Gesellschaft wurde der Fisch aber auch zu einem Tauschobjekt und zur Ware. Das Tauschen und der Verkehr mit der leichtverderblichen Ware Fisch bedingten die Entwicklung von Methoden der Haltbarmachung, des Transportes und des Fischhandels.

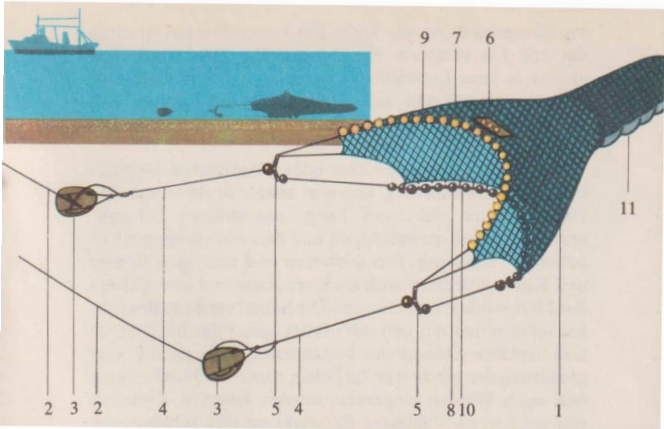
Das wiederum konnte nicht ohne Rückwirkungen auf die Fanggeräte, die Fischereifahrzeuge sowie auf die Fang- und Transportprozesse bleiben. Dieses Wechselspiel technischer und ökonomischer Einflußgrößen prägte die Geschichte aller Fangmethoden, die sich im Laufe der Zeit mit unterschiedlichem Tempo entwickelten.

Die Geschichte der Schleppnetzfisherei als der bedeutendsten Fangmethode der Hochseefischerei von heute mag dies verdeutlichen. Der Fangvorgang der Schleppnetzfisherei gründet sich auf das Erfassen der Fangobjekte – Fische und anderer aktiv schwimmender Meerestiere – beim Durchfiltern des Wassers. Erst wenn die Schleppgeschwindigkeit des Netzes eine bestimmte Grenze überschreitet, sind die Fangobjekte nicht mehr in der Lage, aus dem Aktionsbereich des Fanggerätes zu entweichen.

Das Segelschiff versetzte den Fischer in die Lage, die Windkraft für den Vortrieb des Schleppnetzes auszunutzen. Aus in der Strömung stehenden sackartigen Fang-

Die Baumkurre ist das Schleppnetz der Segelschiffahrt (1 – Netz, 2 – Baum, 3 – Kufe, 4 – Grundtau, 5 – Kurrleine).





Aufbau eines Grundschieppnetzes: 1 – Netz, 2 – Kurrleine, 3 – Scherbrett, 4 – Jager, 5 – Jager, 6 – Höhenscherbrett, 7 – Auftriebskörper, 8 – untere Maulleine, 9 – obere Maulleine, 10 – Rollengrundtau, 11 – Scheuerschutz

geräten und von Menschenkraft bewegten Zugnetzen entwickelten sich die ersten Vertreter der Schleppnetze – die Baumkurren. Baum und Kufen halten die Maulöffnung der »Kurre« bei Wind wie Flaute aufrecht. Gleichzeitig behindern Starrheit und Unhandlichkeit des Fanggerätes Vergrößerung und Weiterentwicklung. Eng ist die Baumkurre mit »ihrem« Fangfahrzeug, dem Ewer, verbunden, einem Fahrzeug, das speziell für die Marktsituation des 19. Jahrhunderts entworfen wurde. Der Fisch mußte im Bunn, einem wasserdurchströmten Laderaum, lebend vom Fangplatz zum Hafen transportiert werden. Die Länge der Fangreise war mithin durch die Lebensfähigkeit des Fanges bestimmt.

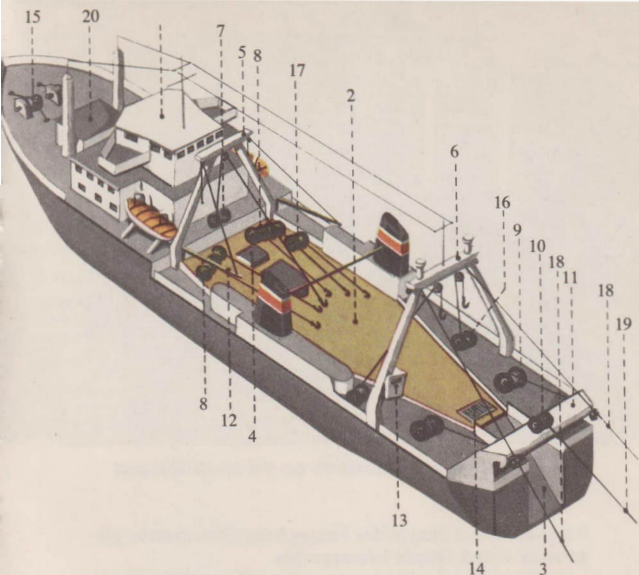
Das Ende des 19. Jahrhunderts brachte den Niedergang der Ewer-Baumkurren-Verbindung. Der Motor begann seinen Siegeszug, Eisfabriken lieferten Eis zur Konservierung des Fanges auf See und während des Transportes

ins Binnenland. An die Stelle des Lebendfisches trat nun der auf Eis gelagerte Frischfisch. Die Baumkurre stagnierte in ihrer Entwicklung, verschwand bald als Hauptfanggerät zugunsten des Scherbrettschleppnetzes und wird heute in verkleinerter Form lediglich zum Fang von Muscheln und Garnelen eingesetzt.

Das durch Dampfmaschine oder Dieselmotor angetriebene Fischereifahrzeug war nun immer in der Lage, das Fanggerät mit der zum Fang notwendigen Schleppgeschwindigkeit zu schleppen und dies obendrein noch in beliebiger Richtung. Die schweren und sperrigen Bäume und Kufen wurden durch leichtere Elemente zum Öffnen des Netzmaules ausgetauscht: Die Scherbretter ermöglichten (zusammen mit den Auftriebskugeln) das horizontale und vertikale Öffnen des Netzmaules. Eine rasche Vergrößerung der Netze war die Folge, zumal zur Handhabung nun auch Winden eingesetzt werden konnten. Dennoch war nach etwa 50jähriger Entwicklung des Schleppnetz-Seitentrawler-Systems wieder eine Stagnation erreicht. Solange das Aussetzen, besonders aber das Einholen des Netzes »mit der Hand« über das Schanzkleid des Fischereifahrzeuges besorgt werden mußte, war weder eine Vergrößerung der Fahrzeuge noch der Netze möglich. Größere Abdrift und größere Netze hätten den Widerstand gegen das Einholen in nicht zu bewältigende Regionen getrieben.

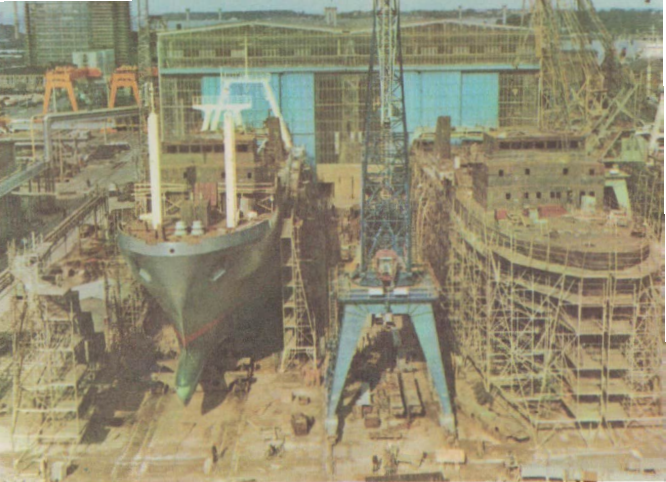
Auch die Ökonomie beeinflusste die Größe der Fangfahrzeuge. Immer noch war der »Frischfisch« dominierend, und spätestens 14 Tage nach Anbordnehmen des ersten Fanges mußte der Heimathafen erreicht sein. Wird von diesen Tagen noch die Heimreisezeit abgesetzt, so kann mit einem mittleren Tagesfang von etwa 15 bis 20 t leicht das benötigte Laderaumvolumen errechnet werden. So hatte sich die Schiffgröße des Seitentrawlers der Hochseefischerei in den fünfziger Jahren bei 45 bis 60 m Länge eingependelt.

Das Jahr 1948 brachte wieder einen Entwicklungssprung: In England wurde, vielen Skeptikern zum Trotz, mit der »Fairtry« der erste Hecktrawler in Dienst gestellt. Gleichzeitig verdrängten die Synthesefasern die traditionelle Baumwoll- und Manilafaser als Netzmaterial.



Modellbild eines Hecktrawlers: 1 – Brücke, 2 – Fangdeck, 3 – Heckaufschleppe, 4 – Laderaumluke, 5 – Gienmast, 6 – A-Mast, 7 – Gienwinde, 8 – Jagerwinde, 9 – Kurrleinenwinde, 10 – Netzsondenkabelwinde, 11 – Heckportal, 12 – Ladebaum, 13 – Windenfahrstand, 14 – Fischbunker, 15 – Ankerwinde, 16 – Auskipperwinde, 17 – Beihieverwinde, 18 – Kurrleine, 19 – Netzsondenkabel, 20 – Klimaanlage

Das Netz konnte jetzt auf »elegante« Weise über die Heckaufschleppe zu Wasser gebracht und ebenso wieder eingeholt werden, der mit dem Fang gefüllte Steert danach mit einem einzigen Zug der Gienwinde gleichermaßen. Mit Windenkraft und Kunstfasern als Netzmaterial konnten Fänge von 20 bis 30 t/Hol in wenig mehr als einer Viertelstunde geborgen werden, während das portionsweise



Blick auf Helling und Schiffbauhalle der Volkswerft Stralsund

(»beutelweise«) Bergen des Fanges beim Seitentrawler bis zu einer vollen Stunde beanspruchte.

Am Siegeszug des Hecktrawlers hatte die UdSSR mit der weitsichtigen Bestellung von über 100 Einheiten gleich zu Anfang den größten Anteil. Hervorgehoben werden muß hier auch der Fischereifahrzeugbau der DDR, repräsentiert durch die Volkswerft Stralsund. Hatte die DDR den Aufbau der sowjetischen Fischereiflotte schon Anfang der fünfziger Jahre durch die Übergabe von 504 Loggern und 172 Seitentrawlern maßgeblich unterstützt, so führten die von der UdSSR in Auftrag gegebenen größten Bauserien von Hecktrawlern – 86 »Tropiks«, 147 »Atlantiks« und 63 »Supertrawler« bis Ende 1976 – den Fischereifahrzeugbau der DDR in die Weltspitze.

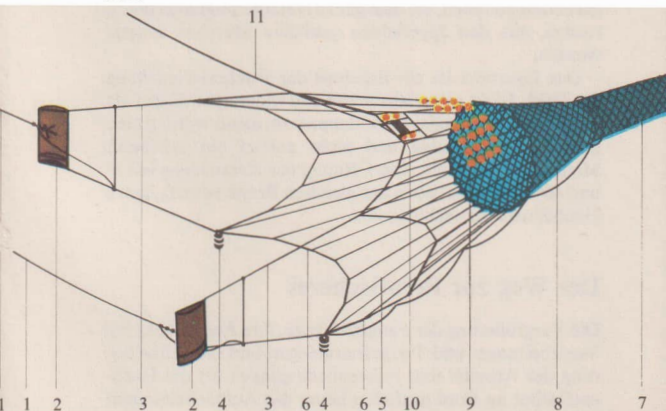
Die möglich gewordene Vergrößerung der Fischereifahrzeuge gestattete es, Verarbeitungsmaschinen, Tiefgefrierapparate und Fischmehl Anlagen hoher Leistungsfähigkeit aufzustellen. Der Weg zum Fang- und Ver-

arbeitungsschiff, dessen Hauptprodukt die tiefgefrorene Filetpackung, in einigen Fällen auch die verkaufsfertige Konserve wurde, war offen.

Das Schleppnetz folgte dieser Entwicklung nur sehr zögernd. Der zunehmende mechanische Verschleiß wie das wachsende Verlustrisiko ließen eine Veränderung des Netzes nicht ratsam erscheinen. Auch die Forschungen bezüglich des Verhaltens der Fische hatten der Schleppnetzfisherei nur wenig Anregungen zu geben vermocht. Zu schwierig und zu aufwendig erwies sich die Beobachtung des Fisches in seinem natürlichen Element. Erst die Entwicklung der hydroakustischen Fischortung gab der Fangtechnik weitere Impulse.

Durch Veränderung der Kurrleinenlänge, der Schleppgeschwindigkeit oder des Schiffskurses konnte das Netz nunmehr zu den georteten Fischschwärmen hingeführt werden, egal ob sich die Fische unmittelbar über dem Grund oder im freien Wasser – im Pelagial – aufhielten.

Aufbau eines Jagernetzes: 1 – Kurrleine, 2 – Scherbrett, 3 – Jager, 4 – Schleppgewicht, 5 – Netzzager, 6 – Maulleine, 7 – Steert, 8 – Netz, 9 – Auftriebskörper, 10 – Netzsonde, 11 – Netzsondenkabel



Zunächst von Kuttern betrieben, die das Netz als 2-Schiff-Schleppnetz paarweise schleppten (pelagische Gespannfischerei, Tuckfischerei), wurde das pelagische Schleppnetz neben dem Grundsleppnetz bald zum Standardfanggerät der leistungsfähigen Hecktrawler.

Fanggeräte und Fangfahrzeuge der Schleppnetzfisherei befinden sich immer noch in lebhafter Entwicklung. Auf der »Inrybprom 75« in Leningrad, der weltgrößten Ausstellung zur Fischereitechnik, stellte die UdSSR neue, richtungsweisende Hecktrawler vor, den »Pulkowski Meridian« mit einer Länge von 103,1 m und einer Antriebsleistung von 6000 PS und den »Gorizont« mit einer Länge von 110,8 m und einer Antriebsleistung von 7000 PS.

Auch hinsichtlich des Schleppnetzes selbst sind qualitative Neuerungen nicht ausgeblieben. Wohl nicht zu Unrecht werden die jüngsten Ergebnisse der Verhaltensforschung dafür verantwortlich gemacht. Die Erkenntnis, daß relativ kleine Fische, wie Hering und Makrele, durchaus nicht immer durch viel größere Maschen des Netztuches schlüpfen, brachte bereits eine sprunghafte Vergrößerung der Maschenweite des Netzmaules pelagischer Schleppnetze bis auf 400 mm. Die logische Konsequenz dieser Entwicklung ist in der erfolgreichen Erprobung des Jagernetzes zu sehen, bei dem ganze Netztuchregionen durch riesige, aus den Jagerleinen gebildete Maschen ersetzt werden.

Das Jagernetz ist ein Ergebnis der Fischereiforschung der DDR. Es ist materialsparend und widerstandsfähiger als vergleichbare pelagische Schleppnetze, damit werden eine größere Maulöffnung und nicht zuletzt ein spürbarer Mehrfang ermöglicht. Die Öffnung des Netzmaules mit 25 und 40 m Höhe bei etwa der gleichen Breite vermag ganze Hochhäuser zu »schlucken«.

Der Weg zur Fernfisherei

Die Vergrößerung der Fangfahrzeuge, ihre Ausstattung mit Verarbeitungs- und Tiefgefrieranlagen und die Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen für die Hochseefischer an Bord gestatten heute das Aufsuchen immer

entfernterer Fangplätze. Dennoch fällt der Beginn der Fernfischerei nicht mit dem Aufkommen des Fang- und Verarbeitungsschiffes zusammen.

Der Walfang, zunächst von den Basken in der Biskaya betrieben, entwickelte sich schon im 17. und 18. Jahrhundert zu einer Fernfischerei, die die Küsten Islands und Grönlands erreichte. Für die nordeuropäischen Küstländer blieben allerdings Nordsee und Ostsee jahrhundertlang Aktionsgebiete ihrer Fischereien, da die Frischhaltezeit die Länge der Reisen begrenzte. Die Seitentrawler und Fischdampfer kamen immerhin zu den Fangplätzen um Island und in der Barentssee. Lediglich in Portugal betrieb man seit dem Mittelalter im Nordwestatlantik auf den Neufundlandbänken eine Angelfischerei auf Kabeljau, der zu Salzfisch verarbeitet in den Heimathäfen angelandet wurde.

Die hohe Ergiebigkeit der weit entfernten Fangplätze auf der einen und die sinkende Ergiebigkeit der nahen, traditionellen Fangplätze auf der anderen Seite ließen die Unzulänglichkeiten des zu klein gewordenen Seitentrawlers in aller Schärfe hervortreten. Die Flottillenfischerei der Seitentrawler in Verbindung mit Transport- und Verarbeitungsschiffen (TVS) zeigte die Lösung. Der Trawler wurde zum reinen Fänger, während Verarbeitung, Lagerung und Transport vom Transport- und Verarbeitungsschiff übernommen wurden. Nur noch der Fang der letzten Fangtage wurde von den entfernten Fangplätzen vom Trawler selbst mitgeführt.

Die praktische Realisierung dieser Arbeitsteilung setzte das Finden einer akzeptablen Methode zur schonenden Fangübergabe unter rauen Seebedingungen wie auch bei Tag und Nacht voraus. Während andere Länder die Bord-an-Bord-Übergabe mit dem Ladegeschirr bevorzugten, wurde in der DDR das Übergabesteertverfahren entwickelt. Der Fang wird in besonderen Hocken an Deck des Trawlers gelagert und vor der Übergabe in einen schwimmenden Netzbeutel gefüllt. Dieser Übergabesteert, der 15 bis 20 t aufnehmen kann, treibt im Wasser und wird vom TVS »aufgepickt«, über die Heckaufschleppe an Bord gehievt und in die Fischbunker der Verarbeitungsabteilung entleert.



1



2



3



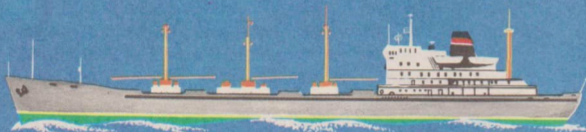
4



5



6



7



8



9



10

Die guten Ergebnisse der Flottillenfischerei mit dem Übergabesteertverfahren ermutigten die DDR-Hochseefischerei zur Schaffung einer Spezialflotte aus 2 Transport- und Verarbeitungsschiffen und 21 Spezialzubringertrawlern. Letztere, moderne leistungsstarke Hecktrawler, lagern den Frischfisch in gekühlten großen, bis 90 t fassenden Fischbunkern, die mit Hilfe von Wasserstrahlfischpumpen in die Übergabesteerte entleert werden.

Die hohe Produktivität führte bald zu vollen Laderäumen. Die Gesamtreisedauer war zwar relativ kurz, doch standen die Anreise- und Heimreisezeiten zu den Fangplätzen im ungesunden Verhältnis zur eigentlichen effektiven Fangzeit. Einen Ausweg bot die Zuordnung oder Charterung von Kühl- und Transportschiffen (KTS) zu den Flottillen. Innerhalb der Fischereifloten der UdSSR finden wir darüber hinaus auch Tanker für Betriebsstoffe und Trinkwasser, Werkstattschiffe und Mannschaftstransportschiffe. Moderne große Fischereifloten wie die sowjetischen vermögen heute durchaus auf den Fangplätzen aller Weltmeere zu fischen, was nicht ausschließt, daß in jedem Einzelfall auch der ökonomische Aufwand einer Fangreise genau bestimmt werden muß.

Loten nach Fisch

Jahrhundertlang tappte der Fischer während des Fangs gewissermaßen im Finstern, gemäß seines Erfahrungsschatzes setzte er Angel oder Netz an den traditionell guten Fangplätzen aus, und erst das Einholen des Fanggerätes zeigte, ob es ein guter Hol war. Tauchten Seevogelschwärme auf, so war die Nähe von Fischansammlungen wahrscheinlich. Auch das Auftreten von Delphinen deutete beispielsweise auf Heringsschwärme hin, den Lod-

Typen wichtiger Fischereifahrzeuge: 1 – Zubringertrawler, 2 – Transport- und Verarbeitungsschiff, 3 – Kutter (Heckfänger), 4 – Frosttrawler, 5 – Seitentrawler, 6 – Kutter (Seitenfänger), 7 – Übernahme-, Transport- und Kühlschiff, 8 – Logger, 9 – Ewer, 10 – Fang- und Verarbeitungsschiff

deschwärmen an der norwegischen Lofotenküste folgte der Kabeljau als Fangobjekt der Fischer.

Mit solchen primitiven Fischortungsmitteln sind moderne und hochleistungsfähige Fangmethoden wie die pelagische Schleppnetzfischerei natürlich nicht möglich, weil sie die Kenntnis der Lage des Fangobjektes zum Fangfahrzeug und Fanggerät und (wenn möglich) seiner Bewegung, Wanderung oder Flucht während des Fangprozesses erfordern.

Aus dem Spektrum der elektromagnetischen und mechanischen Wellen ragt bis heute die Ultraschallwelle als

Fangübergabe. Der mit dem Fang eines Zubringertrawlers gefüllte Übergabesteert wird von einem Transport- und Verarbeitungsschiff aufgenommen.

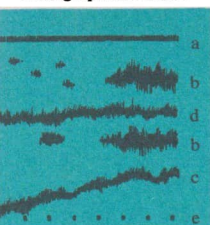




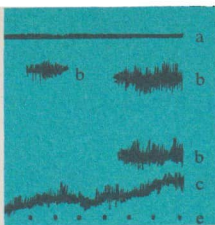
Fangübergabe. Ein Kühlschiff ist am Fang- und Verarbeitungsschiff längsseits gegangen und übernimmt den verarbeiteten Fang.

optimal zur Ortung von Unterwasserhindernissen, -fahrzeugen und -lebewesen heraus: Schallwellen mit einer Frequenz über der oberen Hörschwelle ($> 16\,000\text{ Hz}$) haben in Wasser mit $\approx 1500\text{ m/s}$ eine vergleichsweise hohe Ausbreitungsgeschwindigkeit (in Luft nur $\approx 333\text{ m/s}$), darüber hinaus wird die Ultraschallenergie im Meerwasser weitaus geringer als die Energie elektromagnetischer Wellen absorbiert, wodurch sich Ortungsreichweiten im Kilometerbereich – unter besonders günstigen Bedingungen auch weit darüber hinaus – realisieren lassen. Ultra-

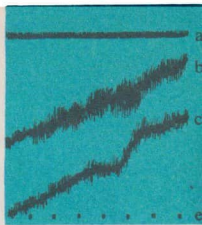
Echographenschriebe



Netzsondenechogramm



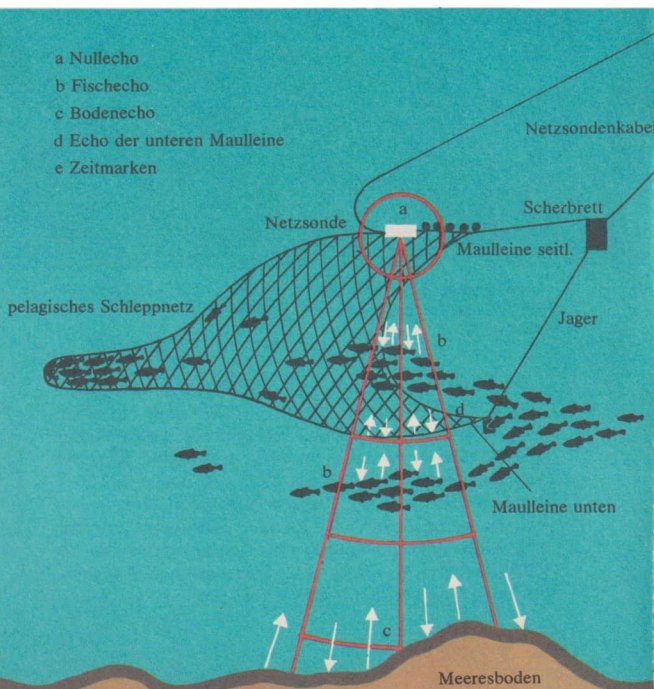
Vertikallotechogramm



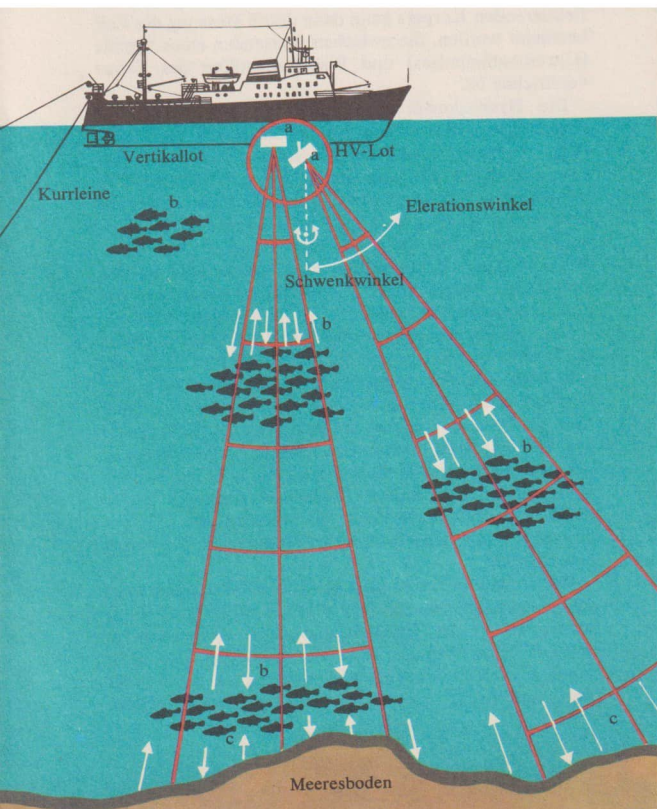
HV-Lotechogramm

Papiervorschub

- a Nullecho
- b Fischecho
- c Bodenecho
- d Echo der unteren Maulleine
- e Zeitmarken



Hydroakustische Fischortung eines Fangschiffes mit Vertikallot, Horizontal-Vertikal-Lot (HV-Lot) und Netzsonde



schallwellen lassen sich auch ausreichend gut bündeln oder richten (Schallstrahl, Schallkeule), so daß neben der Entfernung eines Objektes auch seine Richtung bestimmt werden kann. Trifft die ausgesandte Ultraschallwelle auf ihrem Weg durch das Meerwasser auf Stellen mit veränderter Dichte, also auf feste Objekte, den Meeresboden, auf Meeresorganismen oder Fische, aber auch auf Wasserschichten anderer Temperatur oder anderen Salzgehalts, wird ein Teil der Energie reflektiert und gelangt wieder zum Sender zurück. Die Entfernung des reflektierenden Körpers kann dann durch Messung der Zeit bestimmt werden, die zwischen Aussenden eines Signals (Ultraschallimpulses) und Wiedereintreffen des Echos verstrichen ist.

Die Hydroakustik verbesserte die Effektivität der Grundscheppnetzfisherei bedeutend. Durch Vertikalotung – hydroakustische Impulse werden vom Schiff vertikal abgestrahlt, die vom Grund bzw. den Fangobjekten reflektierten Echos werden empfangen – kann bereits vor Fangbeginn der Fangplatz auf die Fischvorkommen untersucht werden. Das Netz wird nur ausgesetzt, wenn ausreichend starke Konzentrationen vorhanden und deshalb gute Fänge zu erwarten sind. Während des Fangprozesses, des Netzschleppens, wird der Grund kontinuierlich ausgelotet, um ständig eine günstige Kurrleinenlänge einhalten zu können. Unterwasserhindernisse, die das Netz beschädigen könnten, werden rechtzeitig signalisiert. Der Kapitän erhält einen zumindest qualitativen Überblick über die Fischvorkommen auf dem Weg des Schleppnetzes. Der Übergang von der Grundscheppnetzfisherei zu der vor allem beim Hering- oder Makrelenfang weitaus wirksameren pelagischen Schleppnetzfisherei wurde durch die hydroakustische Bestimmung der Tiefenhorizonte von Fischschwarm und Schleppnetz überhaupt erst möglich.

Durch das Horizontal-Vertikal-Lot (HV-Lot) kann auch das Wasservolumen vor dem Schiff kontinuierlich »ausgeleuchtet« werden, Fischansammlungen werden gesucht und auf ihrem Weg ins Schleppnetz verfolgt. Die Netzsonde schließlich kontrolliert den Raum im Bereich der Netzmaulöffnung, signalisiert einschwimmende Fische,

die Höhe der Netzmaulöffnung und die Entfernung des Netzes über dem Grund.

Die Möglichkeit, mit hydroakustischen Mitteln die Lage von Fischschwärmen auszumachen, die sich nicht unmittelbar an der Meeresoberfläche aufhalten und dem Auge verborgen sind, und ihren Weg beim Fangprozeß zu verfolgen, förderte auch die Ausbreitung der Ringwadenfischerei (s. a. S. 67), die bis dahin an das Auftreten von oberflächennahen Fischschwärmen gebunden war.

Wesentliche Möglichkeiten der Verbesserung der Fischortung und -suche liegen wahrscheinlich weniger in der gerätetechnischen Vervollkommnung als vielmehr im Übergang zur Großraumfischortung. Eine erste Stufe ist hier die koordinierte Informationsübermittlung über Fischvorkommen am Fangplatz, die innerhalb der Fischfangflotten sozialistischer Länder und zwischen den Fangflotten der sozialistischen Bruderländer bereits zum festen Bestandteil der Fischereipraxis geworden ist. Weitere, wenn auch kostspielige Verfahren bieten der Einsatz von Flugzeugen, Hubschraubern und Satelliten. Flugzeuge werden bisher lediglich beim Walfang und bei der Ringwadenfischerei auf Thunfisch genutzt, wenn es gilt, eine sehr aufwendige Technik mit hoher Effektivität einzusetzen.

Auf Fangreise im Atlantik

Im Logbuch des Fang- und Verarbeitungsschiffes steht nüchtern: ... Das Schiff ist seetüchtig und für eine 100tägige Reise mit Proviant und Brennstoffen ausgerüstet. Boote und Rettungsgeräte befinden sich in ordnungsgemäßem Zustand. Maschine und Funkstation sind reiseklar, die Kommandoanlagen sind kontrolliert. Die Fanggeräte sind ordnungsgemäß gestaut und gesichert ...

... 14 Tage dauert die Ausreise, d. h., nach 9 Stunden Kopenhagen querab, nach 21 Stunden Skagen und das Skagerrak erreicht, dann 10 Stunden bis Lister und nach weiteren 15 Stunden Fair Isle, das Tor zum Atlantik. Dann 12 Tage Monotonie: Wasser, Wind aus West und viermal der Griff zur Uhr – zwei Umdrehungen zurück für den

kleinen Zeiger. Am Ende des 14. Tages wird das UKW-Gerät auf der Brücke eingeschaltet. Aus dem Rauschen lösen sich Stimmen: Wassertiefen, Kurse, Positionen, Kurrleinenlängen sind zu hören, in Deutsch, Russisch, Polnisch, Französisch, Bulgarisch ... Der Fangplatz ist erreicht, Jagdfieber ergreift vom Schiff Besitz.

... Auf der Brücke im Jagdsitz der Kapitän, das Ohr am UKW-Gerät, die Augen pendeln zwischen Ortungsgeräten und Wasser. Silhouetten anderer Fangschiffe tauchen auf. Schnell wird das Neueste aus der Heimat mitgeteilt, dann zur Lage am Fisch, die Ergebnisse der letzten Hols, die Positionen. Auf dem Echographenpapier erscheint der erste »schwarze Pfahl«, sie sind am Fisch. Alles klar zum Aussetzen!

... Fünf Hochseefischer – ein Bestmann und vier Ma-

Das Fang- und Verarbeitungsschiff »Johannes R. Becher« des Fischkombinats Rostock auf einem Fangplatz im Atlantik





Vom Jagdsitz aus kann der Kapitän gleichzeitig den Fangplatz und die Fischortungs- und Navigationsgeräte beobachten und dementsprechend die Bedienung der Schiffsbetriebs- und Steueranlagen veranlassen.

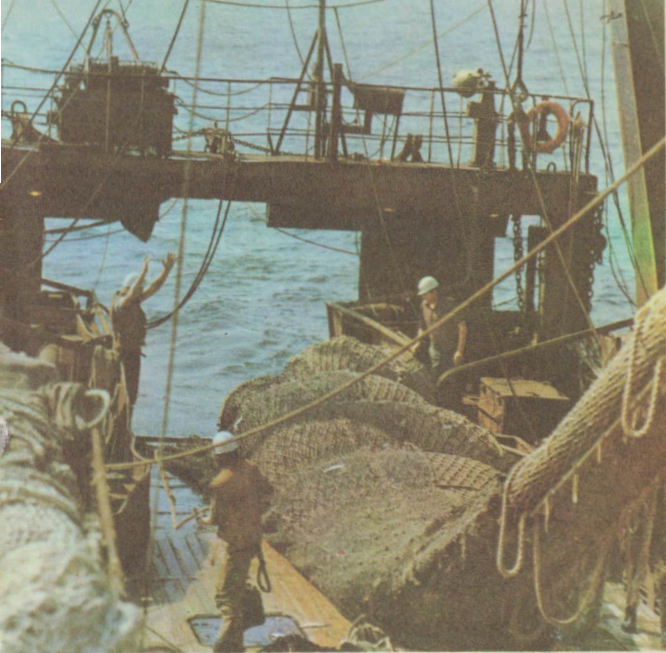
trosen – stehen auf ihren Positionen, die Winden erhalten Strom, das Schiff geht auf Aussetzkurs. Der Flitzer hebt das Steertende hinter die Heckaufschleppe. Bei »let go« hakt der Flitzer aus, der Steert fällt ins schäumende Kielwasser, wird mitgerissen, reißt selbst das Netz mit über die Slip hinab. Die obere Maulleine mit den Auftriebskugeln

schwimmt auf dem Wasser, während die untere mit dem Gepolter der schweren Schleppgewichte auf der Heckaufschleppe im Kielwasser verschwindet. Der Fisch steht auf 100 m Tiefe. Das heißt 600 m Kurrleine, fieren, damit das Netzmaterial den Fanghorizont erreicht.

... Auf dem Echographenpapier zeigt sich das Netzmaul – 28 m hoch und etwa ebenso breit. Bei einer Schleppgeschwindigkeit von 4 Knoten bedeutet das ein gefiltertes Wasservolumen von 1600 m^3 je Sekunde oder $5,8 \text{ Mio m}^3$ je Stunde. Während auf dem Fangdeck der Wasserstrahl regiert, tasten die Ultraschallimpulse das Meer um und unter dem Schiff ab. Ohne den Kurs ändern zu müssen, wird ein Schwarm überdampft, der Echographenschrieb registriert ihn als kleine »Nadel«. 25 Sekunden später hat das Netz ihn erfaßt. Die Netzsonde registriert ihn ein zweites Mal, die Fische sind im Netzmaul auf dem Weg in den Steert.

... Nun scheinen es genug zu sein. Langsam setzen sich die Kurrleinenwinden in Bewegung. Nach Minuten tauchen die Scherbretter aus dem Wasser und werden mit geübten Griffen am Heckportal festgesetzt. Während die Jager eingeholt werden, kommen die Auftriebskörper aus dem Wasser und kündigen das Netz an. Der Steert taucht auf, während das Netzmaul mit Maulleinen, Kugeln und Beschwerungen bereits über die Slip an Deck gleitet. 120 m ist das Netz lang. Zweimal müssen die Beihieverwinden nachfassen – beihieven, dann ist das Netz an Bord, nur der Steert mit dem Fang hängt noch zwischen Fangdeck und Meer auf der Slip. 500 Korb – das sind 25 t – bringt der erste Hol, ein guter Auftakt. Die Gienwinde, die stärkste an Bord, muß den Steert auf das Fangdeck hieven. Wenig später liegt eine brusthohe, 20 m lange »Wurst« an Deck. Der Steertverschluß kann geöffnet werden, ein silbriger Strom gleitet in die geöffnete Luke des Fischbunkers. Nicht einmal eine Minute dauert es, dann ist der Steert leer, Luke zu, Steertknoten zu und wieder »Klar zum Aussetzen«.

... Drei Monate lang, jeden Tag vier- bis sechsmal, soll sich dies nun wiederholen, damit es eine gute Reise wird. Es wird aber auch Tage geben mit Eintragungen im Logbuch wie »Keine Fischerei, dampfen gegenan« oder



Nach zweistündiger Schleppzeit wird ein gefüllter Steert über die Heckaufschleppe gehievt.

»Übergeben an KTS Lütten-Klein« oder »Übernehmen Dieselkraftstoff von sowjetischem Tanker«.

... Unter dem Fangdeck, im Verarbeitungsdeck, quillt der Strom der Fische unablässig aus dem Fischbunker auf die Förderbänder, wird er einem Ensemble messerbewehrter, automatisierter Fischverarbeitungsmaschinen zugeführt, dahinter und dazwischen wieder Fördergeräte, manchmal auch ein Fischverarbeiter zur Kontrolle oder zum »individuellen« Einlegen der Fische in die Mechanismen der Bearbeitungsmaschinen. Mechanische Sensoren

tasten Lage und Größe des Fisches ab und steuern die Köpfmesser zu verlustarmem Schnitt. Den nächsten Takt bestimmen Messer, die Bauchstreifen mit Bauchflossen abtrennen und die Leibeshöhle zum Entleeren freilegen. Weitere Messer trennen die Wirbelsäule heraus und lösen die Filets ab. In 10 kg fassenden Schalen werden danach in den Gefrieranlagen die Frostblöcke gebildet. Der auf -30°C tiefgekühlte Laderaum ist die vorläufig letzte Station, ehe sich längsseits von Transportschiffen oder am heimatischen Kai die Luken wieder öffnen ...

Neue Fangmethoden im Gespräch

Nach unserer Reise auf einem modernen Fangschiff, das nach einer hochproduktiven, aber dennoch durchaus konventionellen Fangmethode, der Schleppnetzfisherei, arbeitete, sei die Frage gestattet, ob sich nicht bereits heute und mehr noch in Zukunft neue Fangmethoden entwickeln und entstehen werden, die sich von den herkömmlichen Fangmethoden durch grundsätzliche Neuerungen unterscheiden.

Ordnen wir zunächst die Dinge und beginnen damit, was »schon da« ist, mit einer Bestandsaufnahme der Fangmethoden. Der sowjetische Fischereispezialist Lukaschow hat nicht nur diese Aufgabe des Ordnen gelöst, sondern auch die »weißen Flecke« im Spektrum der möglichen Fangmethoden aufgezeigt.

Nach Lukaschow besteht jede Fangmethode aus zwei Phasen:

- I. der Steuerung des Fischverhaltens, das sind alle Maßnahmen, die eine Ortsveränderung des Fisches durch Erreger bewirken:
 1. Anlocken
 2. Scheuchen
 3. Indifferenz (der Fisch kann sich dem Erfassen nicht widersetzen)
- II. dem Erfassen des Fangobjektes:
 1. Vermaschen (z. B. Verhaken mit den Kiemen)
 2. Labyrinth (z. B. reusenähnliche Geräte)
 3. Seihen (z. B. Kescher oder Schleppnetze)

4. Haken (z. B. Angelhaken oder Harpunen)
5. Saugen (z. B. Fischpumpen)

Tabelle 3: Fangmethodensystematik nach Lukaschow

Anzahl der Steuerarten	Steuerungsart I	Art des Erfassens II				
		1	2	3	4	5
1	1	1	2	3	4	5
	2	6	7	8	9	
	3	10		11	12	
2	12					
	13			13	14	
	21					15
	23	16	17	18		
	31					
3	32					
	123					
	132					
	213					
	231					
	312					
	321					

Die möglichen sinnvollen Kombinationen der Steuerungs- und Erfassungsarten ergeben dann die Palette der Fangmethoden.

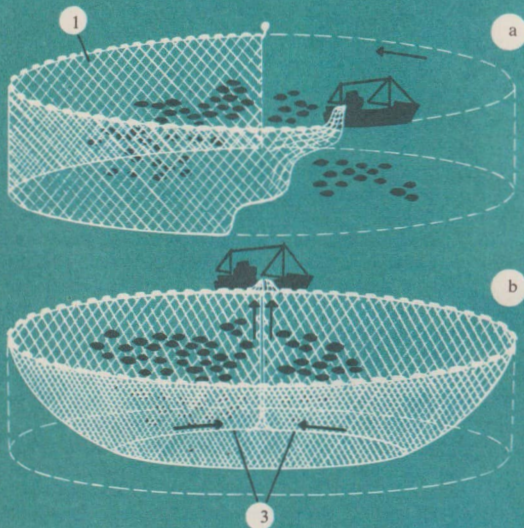
Entsprechend der nebenstehenden Tabelle wird jeder Fangmethode, bekannt oder noch unbekannt, eine Zifferngruppe zugeordnet. Die erste drückt die Anzahl der verwendeten Steuerungen aus, die nachfolgenden werden durch Kombination der Steuerungs- und Erfassungsarten gebildet. Ein Schleppnetz, dessen Fangerfolg sich auf die Indifferenz des Fisches und das Durchseihen von Wasser gründet, bekäme danach die Zifferngruppe 133 (in der Tabelle die 11. der bekannten Fangmethoden).

Von den 75 möglichen Fangmethoden sind bisher aber nur 18, etwa ein Viertel, realisiert worden. Vor den Wissenschaftlern und Praktikern tut sich also noch ein weites Feld auf. Es wird aber auch nicht jede formale Kombination immer eine effektive Fangmethode ergeben. Zu

erfinden ist beispielsweise noch eine Fangmethode, die den Fisch zunächst scheucht, um ihn dann durch Saugen zu erfassen (125), oder eine Fangmethode, bei der der Fisch in einen indifferenten Zustand (beispielsweise Narkose) versetzt und dann durch ein Labyrinth erfaßt wird (132).

Wenden wir uns aber dem »wie« zu und beleuchten einige der Fangmethoden, die »im Gespräch« sind.

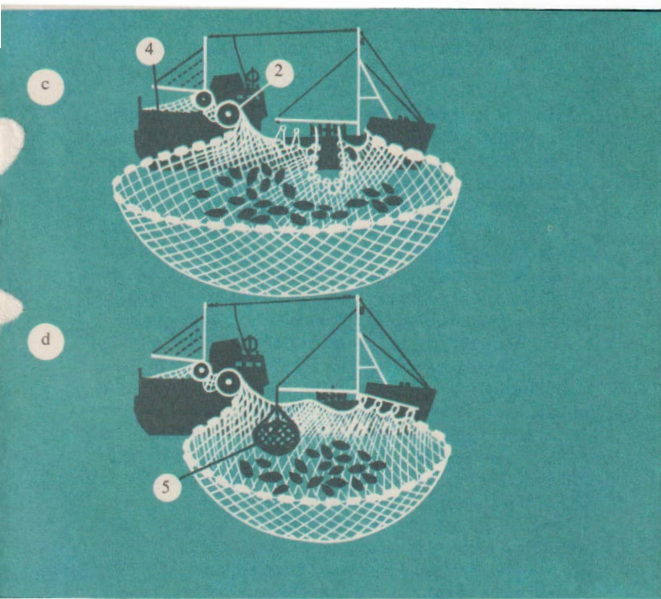
Wirkungsweise der Ringwadenfischerei: a – Aussetzen der Ringwade, b – »Schnüren« der Ringwade, c – Einholen der Ringwade, d – Entleeren der Ringwade (Auskeschern); 1 – Ringwade, 2 – Kraftblock, 3 – Schnürleine, 4 – Ringwadenkoje, 5 – Kesch



Ringwaden im Einsatz

Die Ringwadenfischerei, bei der Fischschwärme an der Meeresoberfläche durch die Netzwand der Ringwade allseitig eingeschlossen werden, zu den neuen Fangmethoden rechnen zu wollen ist problematisch. Es soll aber dennoch gestattet sein, denn die Ringwadenfischerei erlebte erst gegen Ende der fünfziger Jahre einen weltweiten Entwicklungssprung, der einer Beachtung wert ist. Vordem spielte sie in einigen Regionen der Weltfischereigebiete, beispielsweise beim Sardinenfang im Mittelmeer, nur eine beschränkte Rolle.

Bei der Ringwadenfischerei waren wie auch bei der pelagischen Fischerei die Einführung des Horizontal-



Vertikal-Lotes zur Fischortung und die Verwendung von Synthesefasern als Netzmaterial auslösende Faktoren. Die Entwicklung eines leistungsstarken Kraftblocks zum Netzeinholen kam als weitere unabdingbare Voraussetzung noch hinzu.

Die Größe der Ringwaden wird durch die Schiffsgröße, den Scheuchabstand und die Fluchtgeschwindigkeit des Fischschwarmes bestimmt. So haben Ringwaden für Thune Längen bis zu 2000 m bei Höhen von maximal 200 m, während zum Fang der langsameren Heringe und Makrelen Längen von 1200 m und Höhen von 150 m ausreichen. Eine intensive hydroakustische Fischortung leitet den Fangprozeß ein. Es gilt einen Schwarm zu finden, der genügend nahe der Oberfläche steht, von der Ringwade erfaßt werden kann und einen guten Fangertrag verspricht. Sobald ein geeigneter Schwarm ausgemacht ist, nähert sich ihm das Fangfahrzeug bis zu einem angemessenen Abstand, dem Scheuchabstand, und der Fang kann beginnen.

Während zunächst die Boje mit Vorläufern und Bojenleine, dann die Ringwade selbst aus der Kojе ins Wasser gleiten, fährt das Fahrzeug einen Kreiskurs um den Schwarm. Ist die Wade »ausgedampft«, muß die Boje wieder erreicht sein und das Schnürleinenende geborgen und der Schnürleinenwinde zugeführt werden. Jeder Handgriff »muß sitzen«, es darf keine Sekunde verschenkt werden. Denn während die Schnürleine eingeholt wird und die Wade sich am unteren Saum zusammenzieht, beginnt der Schwarm die Gefahr wahrzunehmen und abzutauchen. Haben die Fischer den Wettlauf gewonnen, folgt das »Austrocknen« der Wade: Der Kraftblock, eine hydraulisch angetriebene Transportrolle, holt die Wade ein und legt sie mit ordnender Hilfe der Matrosen für das nächste Aussetzen bereit. Im letzten Ende der Ringwade, dem Bunt, sammelt sich der Fang, von wo aus er durch Kescher oder Fischpumpen entnommen wird. Fänge von 200 t je Hol und mehr sind durchaus keine Seltenheit.

Obwohl das von der Ringwade erfaßte Wasservolumen wesentlich kleiner ist als das der Schleppnetze, besonders der pelagischen, ist die Ringwade diesen unter bestimmten Bedingungen überlegen, vor allem dann, wenn ausgeprägte

Schwarmkonzentrationen in Oberflächennähe auftreten, wenn in einem relativ ruhigen Meeresgebiet gefischt wird (die Ringwadenfischerei ist nur bis zu Windstärke 4 möglich, die Schleppnetzfisherei hingegen bis Windstärke 7) und wenn die Fangplätze sich in Heimatnähe befinden bzw. schwimmende Transport- und Verarbeitungskapazität bereitgestellt werden kann.

Für die DDR-Hochseefischerei sind diese Bedingungen im allgemeinen nicht gegeben. Ringwadenfischerei wird heute vor allem durch die traditionellen Fischereiländer Norwegen und Island, aber auch durch Peru betrieben. Der zu beobachtende Rückgang der besonders geeigneten Fischvorkommen und die verstärkte Notwendigkeit zur Fernfischerei stehen der Anwendung der Ringwade entgegen.

Fischen mit elektrischem Strom

Das Fangen von Fischen durch die Einwirkung des elektrischen Stroms auf das Fangobjekt wird in der Natur durch die »elektrischen Fische«, Zitterrochen, Zitteraal oder Zitterwels, demonstriert. Sie betäuben durch kurzzeitige Stromstöße, bis zu 400 je Sekunde, mit Spannungen bis 600 V ihre Beutetiere. Obwohl diese Tatsachen seit langem beobachtet und nach der Entdeckung der Elektrizität auch gedeutet werden konnten und selbst die elektrotechnischen Voraussetzungen seit langem schon gegeben waren, vollzog sich die Entwicklung der Elektrofischerei bis zur Mitte dieses Jahrhunderts im sprichwörtlichen Schneckentempo. Erst der Zwang zur Rationalisierung im Bereich der Binnenfischerei brachte die Elektrofischerei auf die Tagesordnung der fischereitechnischen Entwicklung. Die angehäuften Kenntnisse der Elektrophysiologie und die relativ leichte Realisierbarkeit elektrischer Felder in Süßwasser nutzend, entwickelte sich die Elektrofischerei hier sehr schnell.

Wenn ein Fisch einem Gleichstromfeld ausgesetzt wird und dabei die elektrische Spannungsdifferenz zwischen Kopf und Schwanz eine bestimmte Größe erreicht, so ist die sogenannte 1. Reaktion zu beobachten: Er beginnt

unruhig zu schwimmen, zu zucken und seinen Kopf in die Richtung der Anode zu wenden. Wird die Spannung weiter gesteigert, so wird eine 2. Reaktion (Galvanotaxis) erreicht: Er schwimmt zur Anode. Eine weitere Steigerung führt schließlich zur 3. Reaktion (Galvanonarkose), bei der der Fisch zunächst gelähmt und bei längerer Einwirkung getötet wird.

Die elektrifizierten Fanggeräte der Binnenfischerei (Kescher oder Schleppnetz) beruhen auf der galvanotaktischen Wirkung des elektrischen Stromes. Leistungen von 2 bis 3 kW sind hier in der Lage, im Bereich des etwa 12 m mal 1,5 m großen Schleppnetzmaules ein »anziehendes« elektrisches Feld (2. Reaktion) zu erzeugen, das den am Boden stehenden Fisch in den Bereich des Netzmauls leitet.

Gänzlich anders ist die Situation in der Meeresfischerei, bewirkt durch die etwa 500fach größere elektrische Leitfähigkeit des Meerwassers gegenüber Süßwasser. Beispielsweise wird zur galvanotaktischen Beeinflussung eines Kabeljaus von nur 0,5 m Länge bei einer Reichweite des elektrischen Feldes von nur 5 m bereits ein Strom von etwa 4000 Ampere benötigt. Damit liegt auf der Hand, daß eine Elektrofischerei im Meer mit Gleichstrom nicht möglich ist und zweckmäßigerweise nur durch Kondensatorentladungen erzeugte Impulsströme mit Impulslängen von wenigen Millisekunden praktikabel sind. Die benötigte Leistung, die im ersten Falle dem eines kleinen Kraftwerks entspräche, läßt sich dadurch auf 40 bis 50 kW senken.

Doch das Problem der Elektrofischerei im Meer ist weniger technischer Natur, ihr steht vor allem die schwierige Beobachtung des Fischverhaltens im elektrischen Feld unter natürlichen Bedingungen entgegen. Durch zweckmäßige Anordnung der elektrischen Felder und Ausnutzung scheuender Effekte muß der Wirkungsbereich der elektrischen Felder am Schleppnetz noch vergrößert werden.

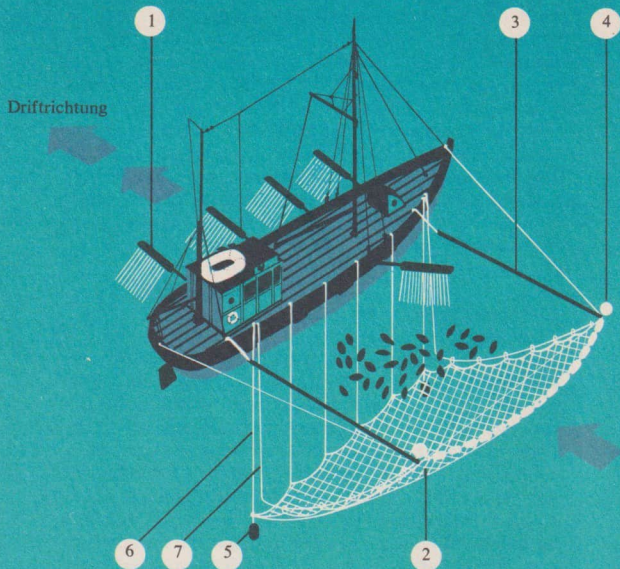
Die Fischereiforschung unserer Republik, sowohl die der Binnenfischerei als auch die der Hochseefischerei, hat sich in Vergangenheit und Gegenwart der Erforschung und Einführung der Elektrofischerei angenommen. Während in

der Binnenfischerei mit dem Elektrogrundschleppnetz eine bedeutende Rationalisierung des Fangvorgangs erreicht werden konnte, steht die produktionswirksame Nutzung für den Hochseefischfang noch aus. Hier sind, wie bereits angedeutet, zunächst geeignete Beobachtungsmittel für die Erforschung der Reaktionen des Fisches im elektrischen Feld des Schleppnetzes zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen. Bei der Lösung dieser Aufgaben arbeiten die sozialistischen Länder eng zusammen, gemeinsame Forschungsreisen, Spezialistentagungen und Wissensaustausch unterstreichen die Bedeutung, die den elektrofischereilichen Problemen zugemessen wird.

Lichtfischerei im Vormarsch

Im Gegensatz zur Elektrofischerei, die naturgemäß nur eine junge Fangmethode sein kann, gehört die Lichtfischerei zu den Methoden mit weit zurückreichender Geschichte. Traditionelle regionale Bedeutung besitzt die Lichtfischerei in den sowjetisch-japanischen Gewässern beim Kalmarfang mit Handangeln und beim Sairafang mit dem Seitenhebenetz. Im Kaspischen Meer wird die Kilka, ein sprossenähnlicher Fisch, durch künstliche Lichtquellen im Bereich der Saugzone einer Fischpumpe konzentriert und dann an Bord gefördert. Zu dieser Entwicklung hat die DDR durch den Bau einer größeren Serie von Spezialfangfahrzeugen (Typ Kaspi) beigetragen. Schließlich wird von den Fischern der nördlichen Mittelmeeranrainer die Sardine durch künstliche Lichtquellen konzentriert und dann mit Ringwaden gefangen.

Während bei der Elektrofischerei der Mechanismus der konzentrierenden Wirkung des elektrischen Stromes recht gut erforscht ist, sind die Zusammenhänge bei der Konzentration durch Licht trotz intensiver Forschung kaum bekannt. So nimmt es nicht wunder, daß die Ausweitung der Lichtfischerei im Atlantik sich zunächst auf solche Fischarten stützt, die eng mit den oben genannten sicher reagierenden verwandt sind und deshalb eine positive Reaktion erwarten lassen: die Sardinen der Biskaya und des Ärmelkanals, die Sardinellen der nordwestafrika-



*Wirkungsweise der Lichtfischerei mit dem Seitenhebenetz:
 1 – Lichtquelle, 2 – Seitenhebenetz, 3 – Ausleger, 4 – Auftriebskörper, 5 – Gewicht, 6 – Hebeleine, 7 – Schnürleine*

nischen Küste und der Makrelenhecht des Nordwestatlantiks.

Die vergleichsweise rauen meteorologischen Bedingungen des Atlantiks erschweren sowohl die Forschung, mehr aber noch die praktische Ausübung der Fangmethoden. Hier geraten die Fanggeräte der Lichtfischerei, Pumpe, Seitenhebenetz und Ringwade, die nur bei verhältnismäßig ruhigem Wetter ihre Funktion erfüllen können, ins Hintertreffen gegenüber der robusteren Schleppnetzfisherei, die obendrein rund um die Uhr einsetzbar ist,

während die Lichtfischerei naturgemäß nur nachts arbeiten kann und außerdem in mond hellen Nächten nahezu erfolglos ist. Auf der Vorteilseite der Lichtfischerei steht aber ihr geringer Energieverbrauch, da die Fanggeräte nicht geschleppt werden müssen und zu ihrer Handhabung keine energieintensive Technologie benötigt wird.

Die Möglichkeit des Fischens ohne Netz gehört zweifellos zu den modernen und attraktiven Fangmethoden, bedenken wir aber auch, daß das geschleppte Netz ein Fanggerät ist, das sich aufgrund seiner hohen Effektivität, bedingt durch Robustheit und Universalität, nur schwer verdrängen lassen dürfte.

Der Fischer und sein Schiff

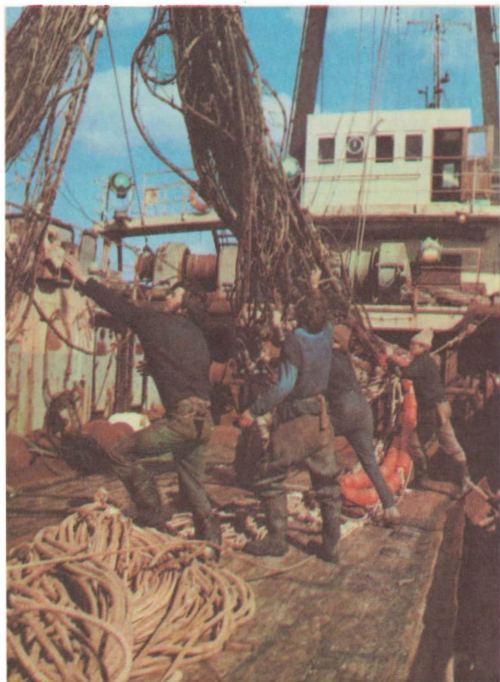
In den vorangegangenen Abschnitten haben wir zumeist technisch-ökonomische Probleme der Hochseeschifffahrt betrachtet, widmen wir nun aber auch den Fischern selbst die gebührende Beachtung. Ihre Arbeits- und Lebensbedingungen sind nicht nur von denen der »Landratten«, sondern auch von denen der Handelsschifffahrt beträchtlich verschieden. Trotzdem ist darüber nur wenig bekannt. Die Abgeschiedenheit ihres Arbeitsplatzes, die rauen Arbeitsbedingungen und die schlichtzweckmäßige Ausstattung ihrer zweiten Heimat – des Fangschiffes – mögen dafür Ursachen sein.

Unter Ausnutzung der geringen gewerkschaftlichen Organisiertheit der Fischer und der oftmals schlechten Beschäftigungslage an den Küstengebieten stellte kapitalistisches Profitstreben den Hochseefischer auf eine der untersten sozialen Positionen. Es war ein primäres Anliegen der sozialistischen Fischerei, den Hochseefischer aus dem Massenlogis herauszuholen, ihm eine möglichst geregelte Arbeitszeit zu geben, seine Gesundheit durch Arbeitsschutzmittel und -vorschriften zu schützen und überhaupt seine soziale Betreuung grundlegend zu verbessern. Die uns heute geläufige Liste der sozialen Leistungen ist jedoch durchaus nicht in der internationalen Hochseefischerei – soweit sie von kapitalistischen Reedereien betrieben wird – üblich. Während beispielsweise

auf dem Stralsunder Supertrawler die Zweimannkammer durchgehend vorherrscht, weisen Neubauten kapitalistischer Reeder noch Siebenmannlogis auf.

Wenn heute unseren Hochseefischern gute Arbeitsbedingungen geboten und ihre Leistungen materiell hoch anerkannt werden, sie für die Arbeit am Wochenende entsprechenden Urlaub erhalten und die erschwerten Lebensbedingungen durch andere Vergünstigungen beachtet werden, sind damit allerdings nicht alle Widersprüche zu beseitigen. Erinnert sei vor allem an die Probleme der Seemannsfamilien, besonders aus der Sicht der Frau, die Betreuung und Erziehung der Kinder nahezu allein bewältigen muß.

Auf dem Fangdeck eines Fang- und Verarbeitungsschiffes wird ein Jagernetz zum Aussetzen vorbereitet.





Freizeit an Bord: Training zum Volleyball-Wettkampf

Eines der wichtigsten Reservoirs zur Erhöhung der Effektivität der Fernfischerei ist, wie bereits früher angedeutet, die Verlängerung der Einsatzzeit der Fangfahrzeuge am Fangplatz zulasten der uneffektiven Reisezeit zwischen Heimathafen und Fangplatz. Der bereits versuchsweise praktizierte Austausch der Besatzungen nach einer sozial begrenzten Einsatzzeit von etwa 100 Tagen mit dem Flugzeug zu einem dem Fangplatz nahegelegenen Hafen und von dort aus mit dem Schiff löst Probleme und wirft gleichzeitig neue auf: Die Austauschbesatzung findet ein »fremdes« Schiff vor, sowohl in technischer als auch in psychologischer Hinsicht. Wer früher auf ein neues Schiff kam, hatte auf der mehr oder weniger langen Ausreise zum Fangplatz Gelegenheit, sich zu akklimatisieren. Ähnliche Umstellungsprobleme sind mit der schnellen Flugzeugheimreise verbunden. Natürlich ist eine schnelle Heimreise für den Hochseefischer und seine Angehörigen angenehm. Der schroffe Wechsel der Lebensweisen von Bord und Heimat bringt jedoch erhebliche psychische Belastungen mit sich. Unter diesen Gesichtspunkten scheint ein Besatzungsaustausch durch Fahrgastschiffe,

wie von der UdSSR praktiziert, günstiger, setzt aber das Vorhandensein von geeigneten Fahrgastschiffen voraus, die wiederum nur bei größeren Flotten rentabel arbeiten können.

Gleichberechtigt neben der Verbesserung der Arbeitsbedingungen tritt die Verbesserung der Lebensbedingungen der Hochseefischer. Auf allen Fangschiffen sind Kinoveranstaltungen ebenso selbstverständlich wie eine Bordbibliothek. Den eigens für die soziale Betreuung der Hochseefischer auf dem Fangplatz wie in der Heimat geschaffenen Betreuungszentren der Fischkombinate obliegt aber nicht nur, bei der Ausreise ein wechselndes und modernes Filmangebot und eine stets neugefüllte Büchertruhe bereitzuhalten, sie unterstützen auch die Familienangehörigen zu Hause bei der Lösung ihrer Aufgaben. Ebenso selbstverständlich ist ein schneller Post- und Zeitschriftenservice.

Erfreulich und begrüßenswert ist die wachsende aktive kulturelle Betätigung der Fahrensleute. Shanty-Gruppen, Sportveranstaltungen, Fotozirkel und Hobbygemeinschaften zeugen davon. Von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind auch die theoretischen und berufspraktischen Weiterbildungsveranstaltungen während der Fangreisen. Es gehört zu den Besonderheiten des heutigen Seemannsberufes, daß er bei einer großen Zahl von Seeleuten nur ein Beruf auf Zeit ist. Nach einer begrenzten Fahrzeit wird ein Landberuf bevorzugt, auf den man sich an Bord bereits vorbereiten kann.

3. Fischereiforschung – heute und morgen

Wegbereiter der Fischerei

Fischereipraxis und Fischereiforschung bilden in allen Küstenstaaten mit einer hochentwickelten und industriemäßig betriebenen Seefischerei eine eng verwachsene Einheit. Ganz sicher hätte die Weltfischerei ohne die Mitarbeit der Wissenschaft und Forschung noch nicht den technischen Entwicklungsstand und auch noch nicht die Ertragshöhe erreicht, die sie gegenwärtig verzeichnen kann. Mit einigem Recht darf man daher sagen, daß die Fischereiforschung der Wegbereiter der Fischerei ist.

Sehr vielseitig sind die Aufgaben der Forschung in der Hochseefischerei. In erster Linie werden sie durch die Erfordernisse der Praxis bestimmt, weshalb das Tätigkeitsfeld der Fischereiforschung zum größten Teil auf See liegt. Allen größeren Fischereistaaten stehen speziell für Forschungszwecke gebaute und mit allen erforderlichen Geräten ausgerüstete Forschungsschiffe zur Verfügung. Auf diesen Schiffen arbeiten Fischereibiologen, Fangtechniker, Ozeanologen und Fachleute für die Fischverarbeitung gemeinsam an den ihnen gestellten Forschungsaufgaben.

Wir müssen in der Forschungsrichtung zwei Hauptaufgaben unterscheiden. Die eine beinhaltet die biologische Überwachung der traditionellen Nutzfischbestände, während die zweite bereits in die Zukunft zielt, die Prospektierung neuer Fanggebiete übernimmt und die kommerzielle Nutzung erkundeter Nutzfischbestände vorbereitet.

Einen breiten Raum nehmen darüber hinaus in der

Fischereiforschung die Arbeiten zur technischen Vervollkommnung der Fanggeräte und die Entwicklung neuer Fangmethoden und -techniken ein, die teils von den Fischereiinstituten, teils aber auch von großen Fangbetrieben selbst vorgenommen werden. In der DDR sind dies das Institut für Hochseefischerei und Fischverarbeitung in Rostock-Marienehe sowie die beiden Fischkombinate Rostock und Saßnitz. Die fangtechnischen Forschungsarbeiten erfolgen in enger Zusammenarbeit mit Fischerei- und Verhaltensbiologen und haben entscheidend zum Stand der heutigen Fangtechnik beigetragen.

Bestandsbiologie – Voraussetzung zur sinnvollen Nutzung maritimer Nahrungsquellen

Die biologische Kontrolle der Nutzfischbestände ist zur Hauptaufgabe der Fischereiforschung geworden. Die im Rahmen zahlreicher internationaler Vereinbarungen vorgenommene Bestandsüberwachung, auch der bisher noch nicht voll genutzten Fischbestände, ist insofern von fischereilichem Interesse, als die Bestandsforschung in der Vergangenheit vielfach erst in einem Stadium einsetzte, als die Bestände bereits fischereiliche Überlastungsschäden zeigten und ein Bestandsrückgang nicht mehr aufzuhalten war. Ein Beispiel hierfür ist der im ersten Kapitel bereits erwähnte atlanto-skandische Hering. Die biologische Überwachung der Fischbestände hat die Aufgabe, durch die Ermittlung des optimal erreichbaren Fangertrages einer Überfischung vorzubeugen und durch entsprechende fangregulierende Maßnahmen die vorhandenen Ressourcen so zu nutzen, daß eine Stabilisierung und sogar eine Steigerung der Fangerträge erreicht werden kann.

Die Fangregulierung setzt eine umfassende Kenntnis aller mit dem Komplex »Populationsdynamik« zusammenhängenden Gesetzmäßigkeiten voraus.

Entscheidend ist hierbei, daß bei der fischereilichen Entnahme ein den Bestand sichernder Nachwuchs erhalten bleibt, aber auch ein optimales Wachstum des

Gesamtbestandes gewährleistet wird. Die Anzahl der sich in den Muttertieren entwickelnden Eier, die zahlenmäßige Stärke des Elternbestandes und die Größe des Jungfischaufkommens müssen erfaßt werden, um zu einer komplexen prognostischen Einschätzung des gesamten Bestandes zu kommen. Das Jungfischaufkommen wiederum ist von Umwelteinflüssen, vor allem den Wassertemperaturen, abhängig. Es müssen also sehr vielseitige biologische und ozeanologische Daten gesammelt werden, ehe mit den eigentlichen Bestandsberechnungen begonnen werden kann.

An diesen intensiven Forschungsarbeiten ist eine ganze Flotte von Forschungs- und z. T. auch Produktionsschiffen aller Mitgliedsstaaten mit einem großen Stab von Biologen, Ozeanologen und technischen Kräften beteiligt. Auch die DDR stellt ihre beiden Fischereiforschungsschiffe »Ernst Haeckel« und »Eisbär« sowie die ozeanologischen Forschungsschiffe »Alexander von Humboldt« und »Professor Albrecht Penck« zeitweise internationalen Fischereiorganisationen zur Verfügung. Im Laufe eines Jahres verbringen diese Schiffe zusammen mehrere hundert Tage auf See, wobei Reisen eines Forschungsschiffes von über 120 Tagen Dauer nicht zu den Ausnahmefällen gehören.

Trotz aller modernen Technik, einer Vielzahl von Instrumenten, Meßgeräten und zum Teil auch Bordcomputern, verlangen bestandsbiologische Untersuchungen noch immer eine umfangreiche manuelle Tätigkeit. Die zu bearbeitenden Fische müssen zur Längenmessung auf das Meßbrett gelegt, sie müssen gewogen und »geschlachtet« werden. Nach dem Öffnen der Leibeshöhle werden der Mageninhalt und der Grad der Magenfüllung, das Geschlecht und der Reifegrad der Geschlechtsprodukte festgestellt und für die Zählung der Eier Ovarien entnommen, um alles für die Bestandsberechnungen erforderliche biologische Grundmaterial zu erhalten.

Für die Altersbestimmung werden dem inneren Ohr die Otolithen entnommen. Otolithen sind im Labyrinth der Knochenfische liegende paarige Gebilde aus einer bindegewebigen Grundsubstanz mit Einlagerungen aus kohlen-sau-rem Kalk, die in ihrem Aufbau mehr oder weniger konzentrische Ringe tragen. Das sind die jährlichen Zuwachs-



Mit Meßbrett und Balkenwaage werden Länge und Gewicht der Fischproben im Schlachtlabor an Bord gemessen.

zonen, ähnlich den Jahresringen eines Baumes, an denen man das Alter des Fisches unter dem Stereomikroskop bei etwa 20facher Vergrößerung ablesen kann. Bei einem Sprott sind die Otolithen nur etwa 1 mm lang, bei einem großen Seehecht dagegen 30 bis 35 mm. Auch Schuppen werden gelegentlich zur Altersbestimmung herangezogen, da auch sie jährlich Zuwachsringe anlegen.

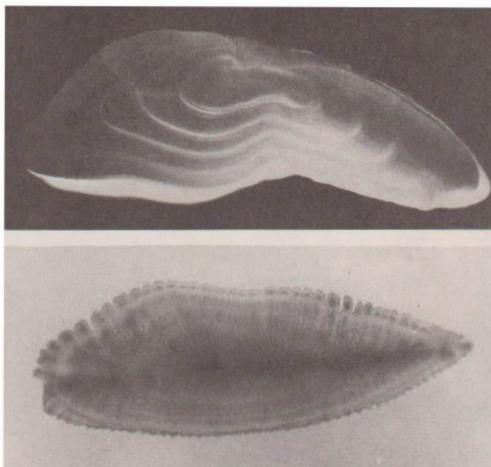
Der Grad der Magenfüllung, ob voll, halbvoll usw., und die Art der Nahrung sagen etwas über das Freßverhalten der betreffenden Fischart aus und zeigen, welche Nahrungsorganismen bevorzugt werden. Wenn parallel zu den Nahrungsuntersuchungen noch Planktonproben mit dem Planktonnetz geholt werden, lassen sich Rückschlüsse auf die im Verbreitungsgebiet der untersuchten Fischart vorhandene Nahrung nach Art und Menge ziehen.



Otolithenentnahme bei einem Kabeljau. Im geöffneten Schädel sind die paarigen weißen Otolithen sichtbar.

Bereits auf See werden die täglichen Längenmessungen zu einem Ganzen zusammengefaßt, die Promilleverteilung der einzelnen Längengruppen wird errechnet und die Längenverteilung graphisch dargestellt. Bereits anhand der Längenverteilung kann man sich ein ungefähres Bild über den altersmäßigen Aufbau des betreffenden Fischbestands machen, der durch die zumeist an Land, mitunter aber bereits auf See vorgenommene Altersbestimmung nach den Otolithen noch präzisiert wird.

Mehr und mehr bedient sich die moderne Fischereibiologie der elektronischen Datenverarbeitung. Schon die auf See ausgefüllten Schlachtprotokolle werden so geschrieben, daß die Daten EDV-gerecht abgelocht werden können. In Sekundenschnelle ordnet der Rechner aus den eingespeisten Längen- und Altersdaten das Alter einer



*Otolithen eines Kabeljaus (oben) und eines Seehechtes (unten).
Der Kabeljau war fünf Jahre, der Seehecht vier Jahre alt.*

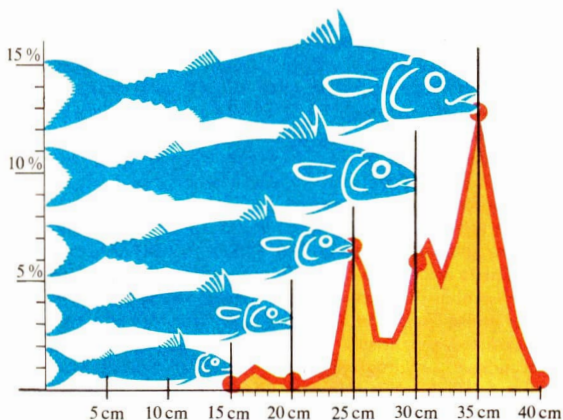
bestimmten Fischlänge zu, berechnet die mittlere Länge für jede Altersklasse und druckt das Ergebnis aus.

Nach der Alters- und Längenverteilung sowie den Stückgewichten für jede Altersklasse bzw. jeden Jahrgang, ergänzt durch im internationalen Austausch erhaltene Werte der fischereilichen Entnahme – gleichzeitig ein Maß für die fischereiliche Sterblichkeit –, unter Einbeziehung der »natürlichen« Sterblichkeit und der Daten zur zahlenmäßigen Stärke des Nachwuchses läßt sich die Bestandsgröße nach Tonnen und Stückzahlen berechnen und der Trend der Bestandsentwicklung über den Zeitraum eines oder mehrerer Jahre ableiten. Aufgrund dieser Parameter wird der optimal erreichbare Fangertrag berechnet. Daraus wird dann international die Gesamtquote für den betreffenden Bestand festgelegt. Die Quote wird von Jahr zu Jahr entsprechend der Bestandssituation neu festgelegt. Ihre Einhaltung ist verbindlich.

Neben der Probenbeschaffung und -bearbeitung auf See, für die ja nur ein kleiner Teil des Fanges benötigt wird – bisweilen werden mit einem Hol 10t und mehr Fische gefangen –, muß der gesamte Fang analysiert werden. Dabei werden die Artenzusammensetzung und ihr prozentualer bzw. gewichtsmäßiger Anteil bestimmt und die Ergebnisse in die Stationsprotokolle für die spätere Feinbearbeitung eingetragen. Das erfordert einen großen Zeitaufwand und viel Mühe, denn auf längeren Reisen werden oft weit über 200 Hols getätigt. Aus der Fangzusammensetzung erhält man einen Einblick in die Verbreitung und die Häufigkeit der verschiedenen Fischarten im Untersuchungsgebiet, über die Konzentrationsbildung, über die Auflösung der Schwärme im Tag-Nacht-Rhythmus oder in Abhängigkeit von Umweltveränderungen.

Das Messen der Wassertemperaturen in den verschiedenen Horizonten von der Wasseroberfläche bis zum Meeresboden, die Bestimmung des Salzgehalts parallel zu

Längenverteilung eines Makrelenbestands aus dem Nordwestatlantik. Die Gipfel entsprechen dem altersmäßigen Aufbau des Bestands.





Aus der Vielzahl der gefangenen Fischarten werden bestimmte Tiere für die bestandsbiologischen Untersuchungen aussortiert.

den Temperaturmessungen, das Messen von Strömungsrichtung und -geschwindigkeit, Analysen der im Meerwasser vorhandenen Minimumstoffe und des Sauerstoffs usw., das alles ist Aufgabe der an einer Forschungsfahrt teilnehmenden Ozeanologen. Die Auswertung der Meßergebnisse in bezug auf das Verhältnis von Fisch und Umwelt wird gemeinsam von den Fischereibiologen und Ozeanologen vorgenommen.

In einem vorher festgelegten Stationsnetz bzw. auf den sogenannten hydrographischen Schnitten, die meist von der Küste mitten durch das Hauptverbreitungsgebiet der untersuchten Fischart seewärts führen, werden während einer Reise Tausende von Werten genommen und in Arbeitskarten eingetragen. Oft lassen sich anhand der vorgefundenen hydrographischen Situation unmittelbare Zusammenhänge zwischen dem Auftreten oder auch dem Ausbleiben der Fischschwärme feststellen.

Die für die chemischen und physikalischen Messungen benötigten Seewasserproben werden im allgemeinen noch mit Wasserschöpfern genommen, die an einem Draht in geöffnetem Zustand ins Meer gelassen werden. Ein am Draht herabgleitendes Fallgewicht bringt die Schöpfer zum Kippen, wobei die Proben auf dem jeweiligen Wasserhorizont verschlossen werden. An den Schöpfern befestigte Präzisionsthermometer messen gleichzeitig die Wassertemperatur mit einer Genauigkeit bis zu $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zur Bestimmung des Salzgehalts, die vor wenigen Jahren noch durch Titration mit Silbernitrat erfolgte, werden heute sehr schnell und genau arbeitende Salinometer benutzt. Schaffte man mit der altherkömmlichen Titrationsmethode maximal 8 bis 10 Proben in einer Stunde, so bringt es ein Salinometer auf 40 bis 45 Proben, wobei eine Genauigkeit bis zu $3/1000$ Promille eingehalten werden kann!

Entnahme von Seewasserproben mit dem Kipp-Wasserschöpfer



Die modernste Methode zur Messung der wichtigsten hydrographischen Daten ist der Einsatz von Meßsonden, die auf elektronischem Weg die gewünschten Parameter kontinuierlich erfassen und die Werte, z. B. die Temperatur oder den sich aus der Leitfähigkeit des Seewassers ergebenden Salzgehalt, sofort digital anzeigen, ausdrucken oder in den Bordcomputer eingeben. Auf einigen der jüngsten Forschungsschiffe werden bereits »Autoanalyser« gefahren, die während der Fahrt des Schiffes vollautomatisch Seewasserproben entnehmen und die gewonnenen Daten ebenfalls in den Rechner einspeisen.

Schließlich sind noch die für einzuleitende Schonmaßnahmen so wichtigen und wertvollen Selektionsuntersuchungen zu nennen. Sie werden durchgeführt, damit man weiß, wie weit die Maschen im Steert des Schleppnetzes sein müssen, damit die noch nicht geschlechtsreifen Jungfische entkommen können.

Selektionsuntersuchungen verlangen daher, daß die Länge eines jeden gefangenen Fisches gemessen wird, wobei man durch Überziehen des eigentlichen Netzsteertes mit einem sehr engmaschigen »Decksteert« auch die Fische erfaßt, die dem Netz sonst entkommen würden. Nach einer bestimmten Anzahl von Hols muß der Steert gegen einen mit anderen Maschenweiten ausgetauscht werden, um die optimale Durchlaßfähigkeit zu ermitteln.

So führen die in internationaler Zusammenarbeit ermittelten Daten letztlich zur Festlegung bestimmter Mindestmaschenweiten in den sogenannten Konventionssteerten, die je nach der zu fangenden Fischart und dem Konventionsgebiet unterschiedlich sein können. Für den Kabeljaufang im Konventionsgebiet der ICNAF (Internationale Fischereikommission für den Nordwestatlantik) vor Westgrönland/Labrador ist z. B. die Einhaltung einer Mindestmaschenweite von 120 mm im Steert der Grundschleppnetze verbindlich.

Vorstoß in fischereiliches Neuland

Das Erreichen der Ertragsgrenze bei vielen Nutzfischarten im Nordatlantik beschleunigte den Trend zur verstärkten Nutzung neuer Fischbestände in von den Heimathäfen oft

weit entfernten Fanggebieten. Die Prospektierung neuer Fanggründe im Fernbereich setzte in größerem Ausmaß Mitte der fünfziger Jahre ein und führte zur Ausweitung der Fischereien einiger europäischer Staaten, Japans und vor allem der Sowjetunion bis zur südwestafrikanischen Küste, in den Indischen Ozean und in die Seegebiete der Subantarktis. Eine beträchtliche Erhöhung der Fischereierträge um weit über eine Million Tonnen war die Folge.

Prospektierungsfahrten zur Erkundung neuer Fanggebiete im Fernbereich werden in den kommenden Jahren auch im Vordergrund der Fischereiforschung der DDR stehen. Infolge der Weite der zu prospektierenden Seeräume kann die Erschließung neuer Fangplätze nur in enger sozialistischer Zusammenarbeit mit den Mitgliedsländern des RGW, insbesondere mit der UdSSR und der VR Polen, bewältigt werden. Da derartige Erkundungsfahrten fast immer in fischereiliches Neuland vorstoßen, ist das Arbeitsprogramm dieser Expeditionen sehr vielseitig, vielseitiger als die routinemäßigen Arbeitsprogramme auf den Untersuchungsfahrten in die Fanggebiete der traditionellen Hochseefischerei.

Neben den bereits beschriebenen bestandsbiologischen Untersuchungen an den am häufigsten vorgefundenen Fischarten und einer eingehenden hydrologischen Aufnahme des Fanggebietes müssen mit Hilfe des Echoschreibers auch topographische Aufnahmen des Meeresbodens vorgenommen werden, da die Grundbeschaffenheit, ob felsig oder schlammig, ob stark zerklüftet oder glatt, beispielsweise für die Grundschleppnetzfisherei von größter Bedeutung ist. Darüber hinaus werden Tests über die Eignung der bisher auf unserem Seefischmarkt und in der Fischverarbeitungsindustrie noch unbekannten neuen Fische für die Herstellung von Filet oder anderen Verarbeitungsformen notwendig, die Ausbeutesätze müssen ermittelt und viele andere, die Praxis interessierende Fragen bearbeitet werden.

Die Beantwortung all dieser und anderer Fragen gibt schließlich ein Bild von der fischereilichen Situation in den prospektierten Fanggebieten, von den zu erwartenden Fischarten, von den erreichbaren Fangmengen und



Das Fischereiforschungsschiff »Ernst Haeckel« des Instituts für Hochseefischerei und Fischverarbeitung, Rostock-Marienehe

auch den hydrologischen und meteorologischen Bedingungen auf dem Seeweg in das Fanggebiet und im Fanggebiet selbst. Das sind die Grundlagen für die Erarbeitung von Einsatzkonzeptionen der Fangschiffe zur kommerziellen Nutzung der erschlossenen Fischbestände.

Auch wenn ein Forschungsschiff wochen- und monatelang unterwegs ist, bleibt es doch ständig über Funk mit der Heimat und mit seinem Institut verbunden. In regelmäßigen Zeitabständen werden die erreichten wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse übermittelt. Mit

Hilfe der Datenfernübertragungsanlage, der DFÜ, ist es heute möglich, innerhalb weniger Minuten Fernschreiben von mehreren hundert Worten Inhalt oder lange Zahlenkolonnen von Meßwerten zu übertragen, so daß mit diesen Daten zu Hause bereits operiert werden kann, noch ehe das Forschungsschiff zurückgekehrt ist.

Während einer Forschungsreise sind sehr vielseitige Aufgaben zu lösen, die für ein einziges Forschungsschiff oft zu umfangreich sind. Große Programme von internationaler fischereilicher Bedeutung werden daher häufig von Forschungsschiffen mehrerer Fischereistaaten gemeinsam gefahren. Die Untersuchungsergebnisse werden auch gemeinsam ausgewertet und zum Nutzen aller Beteiligten veröffentlicht. Eine besonders enge Zusammenarbeit erfolgt zwischen den Fischereiinstitutionen und meereskundlichen Instituten der fischereitreibenden RGW-Staaten.

So wurden z. B. in den Jahren 1970 bis 1976 durch das Forschungsschiff »Alexander von Humboldt«, zeitweise in enger Zusammenarbeit mit Produktionsschiffen des Fischkombinats Rostock sowie Fangschiffen der UdSSR und Polens, regelmäßige Untersuchungsfahrten nach Nordwestafrika zur Erforschung der Auftriebsprobleme und der Zusammenhänge Umwelt – Fisch – Fischerei durchgeführt.

Darüber hinaus besteht zwischen den sozialistischen Fischereistaaten DDR, UdSSR, Polen, Bulgarien und Rumänien ein fünfseitiges Fischereiabkommen, das mehr den Charakter einer Industrieforschung trägt. Hier wird vor allem eine angewandte Fischereiforschung für die Fischwirtschaften der Mitgliedstaaten betrieben. Das Ergebnis dieser unmittelbar praxisbezogenen Arbeit ist die gemeinsam herausgegebene Fischereiprognose für das kommende Jahr, die die zu erwartenden Einheitsfänge, den biologischen Zustand der prognostizierten Fischbestände und weitere fischereiliche Parameter zum Inhalt hat. Im Rahmen dieses Abkommens werden auch gemeinsame Berechnungen von Fischbeständen durchgeführt, um einen einheitlichen Standpunkt der sozialistischen Staaten in den verschiedenen internationalen Fischereikonventionen vertreten zu können.

Die enge Zusammenarbeit der sozialistischen Staaten kennt keine Geheimniskrämerei, der Austausch von Forschungsergebnissen und Fangstatistiken oder die Abstimmung der Einsatzpläne von Forschungsschiffen gehören zum gemeinsamen Forschungsalltag genau so wie die Erörterung methodischer und theoretischer Fragen. Wiederholt wurde Fischereiwissenschaftlern die Möglichkeit geboten, an Forschungs- und Produktionsreisen der Vertragspartner teilzunehmen; so fuhren bereits mehrfach sowjetische und polnische Wissenschaftler auf dem Forschungsschiff »Ernst Haeckel« oder Biologen des Instituts für Hochseefischerei auf sowjetischen und polnischen Forschungs- und Produktionsschiffen, um die Arbeitsmethoden auf den Forschungsschiffen des Partners kennenzulernen und Material für eigene Forschungsarbeiten zu sammeln.

Perspektiven moderner Fischereiforschung

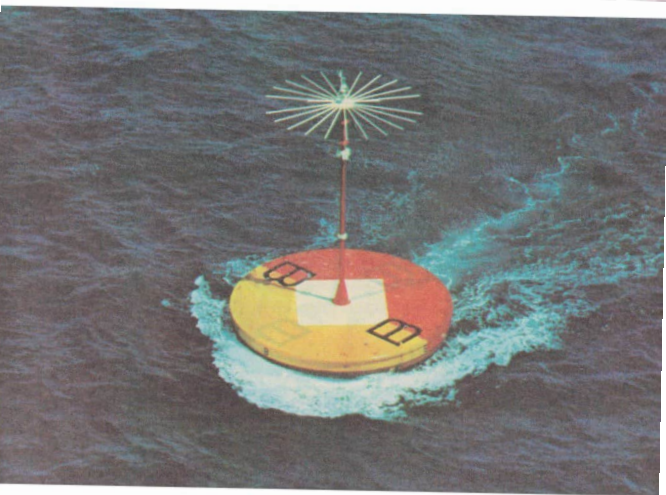
Die Vervollkommnung der technischen Ausrüstung der Forschungsschiffe mit einer Vielzahl wissenschaftlicher Geräte und die Fülle des während einer Reise gesammelten Datenmaterials wachsen mehr und mehr an. Eine manuelle Datenaufarbeitung wird immer problematischer und aufwendiger. Viele Forschungsschiffe besitzen daher bereits Elektronenrechner zur Aufbereitung und Berechnung der Meßergebnisse, und selbst das Zeichnen der graphischen Darstellung, z. B. von Salz- oder Temperaturschnitten, übernimmt der Computer. In naher Zukunft wird die Elektronik die traditionellen Methoden der Meeresforschung mehr und mehr verdrängen, da es nur mit ihrer Hilfe möglich sein wird, die komplizierten Prozesse, die sich in den Meeren innerhalb kurzer Zeiträume abspielen und die biotischen und abiotischen Verhältnisse laufend verändern, schneller zu erfassen, als dies mit den bekannten Mitteln möglich ist.

Eine neue Etappe der Meeresforschung wurde mit dem Einsatz komplex automatisierter Systeme für die Sammlung, Verarbeitung und Nutzung der Meßwerte eingeleitet. Immer mehr geht man dazu über, in hydrologisch und

fischereilich interessanten Meeresgebieten vollautomatisch arbeitende Bojenstationen auszubringen, die Meßwerte von Wassertemperaturen, Salzgehalt, Strömung u. a. an eine Landstation übermitteln.

Erprobt wurde auch bereits ein erstes, völlig selbständig arbeitendes, unbemanntes Segelfahrzeug, das auf Befehl über einen Satelliten eine bestimmte vorprogrammierte Position anläuft, dort eine Reihe von Messungen vornimmt, die Daten zunächst speichert und sie dann auf Abruf an einen Satelliten absetzt, der sie in das Datenzentrum an Land weitergibt. Nach Absolvieren der Stationsarbeiten läuft das Fahrzeug die nächste Position an, und das eingegebene Programm wiederholt sich.

Diese im Golfstrom verankerte amerikanische Meßboje kann 14 verschiedene meteorologische und hydrologische Daten messen und sie über eine Entfernung bis zu 4000 km per Funk übertragen. Durchmesser der Plattform 12 m





Das autonom arbeitende sowjetische Zweimann-Tauchboot »Tinro 2« wird für meeresbiologische und fangtechnische Untersuchungen eingesetzt. Länge des Bootes 7,4 m, Masse 10,5 t

Ein vielversprechender Weg zur Erforschung der Meere wurde mit der Entwicklung von Tauchbooten beschritten. Neben allgemeinen meeresbiologischen Beobachtungen werden sie von der Fischereiforschung genutzt, um das Verhalten der Fische vor dem Fangnetz zu beobachten, woraus sich aufschlußreiche Erkenntnisse zur Konstruktion verbesserter Fanggeräte und -techniken ableiten lassen. Ein solches Unterwasserfahrzeug, die »Tinro 2«, wurde unlängst auf der Interrybprom in Leningrad der Öffentlichkeit vorgestellt.

Eine große Zukunft für die Meeresforschung im allgemeinen und speziell für die Erforschung bzw. Überwachung der lebenden Ressourcen der Meere hat die Satellitenozeanographie. Es ist heute bereits möglich, aufgrund der von der Meeresoberfläche ausgehenden Infrarotstrahlung von einem Satelliten aus die Oberflächentemperatur zu messen und thermische Fronten zu

lokalisieren oder Divergenzgebiete festzustellen. Im Fernmeßverfahren messen die die Erde umkreisenden Satelliten auch die Meeresströmungen, die genaue Lage von Aufquellgebieten und selbst topographische Details der Meere. Die Ortung thermischer Fronten ist beispielsweise für den Thunfang von großem Nutzen, da die Verbreitung der Thune in den tropischen und subtropischen Meeren an ganz bestimmte Oberflächentemperaturen gebunden ist.

Mit Hilfe der Multispektralfotografie können die von Fischschwärmen hinterlassenen Ölsuren erkannt werden, indem man die Ultraviolett- und Infrarotbanden im Spektrometer optisch vergleicht. Man kann sogar aus den für eine bestimmte Fischart spezifischen Ölabscheidungen die Fischart bestimmen, die die Ölspur hinterlassen hat. In den nächsten zehn Jahren dürfte es auch möglich werden, den Salzgehalt mit einer Genauigkeit von 0,1 bis 0,5 % fernzumessen. Selbst die Wellenhöhe, die Neigung der Meeresoberfläche und einige chemische Substanzen wie Jod lassen sich heute bereits durch Satelliten feststellen.

Aus der Färbung der Meeresoberfläche können Informationen über die Biomasse der Primärproduktion und selbst über die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons erhalten werden. In einigen Fällen war es sogar möglich, das Fischpotential und das Niveau der Reproduktion an der Meeresoberfläche lebender Fischschwärme zu bestimmen.

Von sehr großem Wert für den Fischfang in den nördlichen Meeren, wo Eisbedeckung und Eisgang oft die Fischerei gefährden, ist die Möglichkeit, Satellitenbilder von der Verteilung der Eisfelder auf See mit besonderen Bildempfängern aufzuzeichnen, vorausgesetzt, daß nicht gerade Wolkenfelder die Erdsicht verhindern.

Aber nicht nur Eisfelder, Treibeis und Eisberge kann die in einen Satelliten eingebaute Kamera entdecken. Schon vor ein paar Jahren wurden Objektive mit einer Brennweite von 610 cm entwickelt, mit denen man theoretisch bei Verwendung eines äußerst feinkörnigen Films aus 180 km Höhe noch Objekte von 30 cm Größe aufnehmen kann, beispielsweise einen kleinen Thun, der an der Wasseroberfläche schwimmt. Aber es werden noch einige Jahre vergehen, bis solche aufwendigen Systeme auch bei der Er-

forschung und Überwachung der Fischbestände Anwendung finden, wenn auch bereits in Satelliten Kameras eingebaut worden sind, die aus dem Orbit noch Ziele in der Größe zwischen 10 und 100 m, also einen mittleren Fischschwarm, ausmachen konnten.

Eine praktische Anwendung für die Fischsuche im Golf von Mexiko hat die Möglichkeit gefunden, mit Hilfe von Nachtsichtgeräten bei guten atmosphärischen Bedingungen das von wandernden, oberflächennahen Fischschwärmen, zumeist Menhaden, erzeugte schwache Aufleuchten von Planktonorganismen nachzuweisen, wobei das Licht um das 50 000fache verstärkt wird. Derartige Geräte werden von Flugzeugen mitgeführt, die in 2000 m Höhe ihre Suchkurse über der See fliegen und die georteten Oberflächenschwärme melden. Ohne Zeitverlust werden dann die aufgefundenen Positionen von den Fischern angesteuert, um den Schwarm mit der Ringwade einzufangen.

Das alles sind vereinzelte, in mehr oder weniger großem Umfang praktizierte Methoden der Fernmessung zur Beobachtung der lebenden Ressourcen in den Weltmeeren durch die angewandte Satellitenozeanographie. In naher Zukunft werden die Messungen biotischer und abiotischer Vorgänge in den Meeren im Sinne eines kontinuierlich arbeitenden Satelliten-Überwachungssystems einen immer breiteren Raum einnehmen, so daß dann die Forschungsschiffe für Untersuchungen frei werden, die automatisch arbeitende Bojenstationen oder Satelliten schlechterdings nicht ausführen können.

Fast unglaublich muten dagegen einige Forschungsprojekte an, die sich mit völlig neuartigen Methoden des Fischfangs beschäftigen. Mit Hilfe der Gasspektrophotometrie erhofft man, die chemische Struktur artspezifischer Geruchsstoffe, die von einem Fisch ausgehen, zu erforschen und nachzuahmen, um dann durch Ausstreuen dieser Stoffe einen Fischschwarm anlocken, konzentrieren und schließlich in eine gewünschte Wanderrichtung lenken zu können, an deren Ende ein Fanggerät steht.

Ferngesteuerte, unbemannte Fischsuchgeräte, die den Standort der georteten Fische an ein Leitschiff oder einen Satelliten übermitteln, sollen die Fischortung in weitaus

größeren Seegebieten ermöglichen, als es mit den jetzigen, auf dem Schiff installierten Ortungsgeräten durchführbar ist.

Die beschriebenen automatischen Bojenstationen sollen künftig ebenfalls mit Ortungsgeräten ausgerüstet werden. Die Ortungsergebnisse wären dann zusammen mit den hydrologischen und meteorologischen Meßdaten über einen Satelliten an die Landzentrale weiterzuleiten, wo sie mit Hilfe des Computers ausgewertet und an die Leitstellen der Fischfangflotten gegeben werden. In kühnen Projekten ist auch von ferngesteuerten und selbstangetriebenen Fanggeräten die Rede, die die traditionellen Fangmethoden ablösen sollen, und auch von Kernreaktoren am Meeresboden, die durch thermische Umwälzungen des Wassers die in der Tiefe vorhandenen Nährstoffe an die Oberfläche führen und die Primärproduktion entfachen.

Trotz dieser weit vorseilenden »Supermethoden« besteht jedoch nach wie vor für Fischereiforschung und Fischerei die vordringliche Aufgabe, neue Eiweißressourcen im Meer zu erschließen und die Dynamik der lebenden Materie und der auf sie einwirkenden Umweltfaktoren gründlich zu erforschen. Damit werden die Voraussetzungen für ein weiteres Anwachsen der Weltfischereierträge geschaffen. Bei einer sinnvollen Steuerung der fischereilichen Entnahme braucht eine Überfischung der Bestände nicht befürchtet zu werden, so daß eine stetige Verbesserung in der Versorgung der Weltbevölkerung mit eiweißreicher Nahrung aus dem Meer auch für die weitere Zukunft gesichert werden kann.

4. Die Bewirtschaftung des Meeres

Der Schutz der biologischen Ressourcen

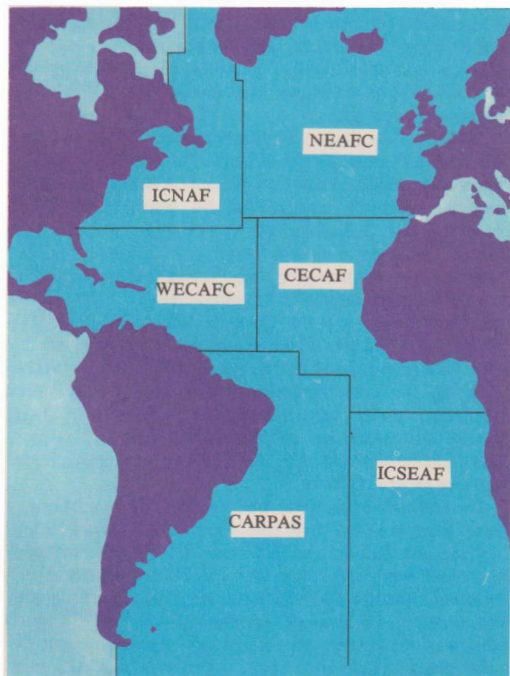
Die Bioressourcen des Weltmeeres erneuern sich zwar ständig, jedoch sind sie nicht unerschöpflich. Viele Lebewesen sind heute mittels moderner Fangtechnik durchaus überfischbar, wenn keine Schutzmaßnahmen erarbeitet und eingehalten werden. So kann mit einem großen Trawl in einer Schleppstunde die jährliche Fischproduktion von 1 bis 2 km², unter Umständen 5 bis 10 km² Schelffläche abgefischt werden. Mit einem einzigen Ringwadenhol wird mitunter sogar die Jahresproduktion von 100 bis 500 km² herausgeholt. Ohne gleichzeitige Regulierungsmaßnahmen würde die Entwicklung der Technik neben ihrem Zweck, die Arbeitsproduktivität zu steigern und die Arbeit der Fischer zu erleichtern, unerwünschte Folgen haben.

Es gibt bereits genügend Beispiele in der Weltfischerei, wo trotz progressiver Steigerung des technischen Aufwandes die Fänge je Zeiteinheit gleichblieben oder auch absanken. Der Zeitpunkt, bei dem das Fangergebnis in keinem gesunden Verhältnis mehr zum Aufwand steht, ist dann bald erreicht. Es liegt die sogenannte ökonomische Überfischung vor. Erscheinungen der biologischen Überfischung können noch hinzukommen, wenn z. B. die Reproduktion des betreffenden Bestandes durch Dezimierung des Laichpotentials beeinträchtigt wurde.

Um die Gefahr der Bestandsverringerung abzuwenden und einen maximal möglichen Ertrag auf lange Sicht aufrechtzuerhalten, sind wissenschaftlich begründete Schutzmaßnahmen erforderlich. Dazu wurden bereits eine Vielzahl regionaler Organisationen geschaffen.

Zum Beispiel werden gegenwärtig die Fischereigebiete des Atlantiks von der Fischereikommission für den Nordostatlantik (NEAFC), der Internationalen Kommission für die Fischerei in der Ostsee und den Belten (IBSFC), der Internationalen Fischereikommission für den Nordwestatlantik (ICNAF), der FAO-Fischereikommission für den Ostzentralatlantik (CECAF), der Internationalen Fische-

Die Konventionsgebiete der atlantischen Fischereikommissionen

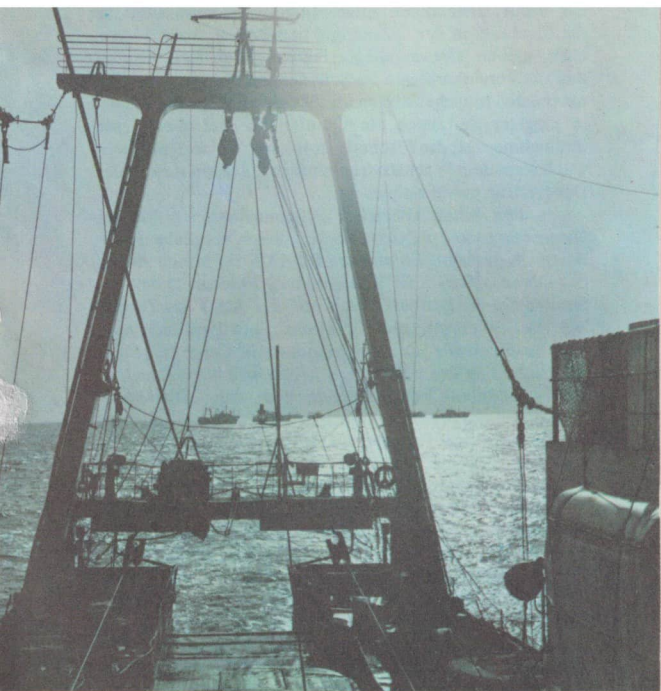


reikommission für den Südostatlantik (ICSEAF), der Fischereikommission für den Westzentralatlantik (WEAFC) und der Regionalen Kommission für die Beratung der Fischerei im Südwestatlantik (CARPAS) betreut. Die DDR ist zur Zeit Mitglied der zuerst genannten fünf Organisationen.

Die Fischereiorganisationen bedienen sich zur Lösung ihrer Aufgaben bestimmter Forschungsorganisationen bzw. eigener Forschungskomitees. Eine bedeutende Forschungsorganisation ist der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES), der bereits im Jahre 1902 gegründet worden ist. Der ICES wird vor allem von der Fischereikommission für den Nordostatlantik zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen herangezogen. Im Nordwestatlantik hat das Ständige Komitee für Forschung und Statistik (STACRES) als Bestandteil der ICNAF entsprechende Aufgaben.

Auf der Grundlage wissenschaftlicher Gutachten werden in den Fischereiorganisationen die möglichen Formen der Regulierung beraten. So werden z. B. Mindestmaschenweiten, maximale Fanggrößen für einzelne Fischereiobjekte oder Schonmaßnahmen in der Laichzeit festgelegt. Die in der jüngsten Vergangenheit immer häufiger angewandten Formen der Regulierung laufen jedoch auf die Bestimmung optimaler Entnahmemengen, auch Quoten genannt, hinaus, was im Zusammenhang mit dem allgemeinen Anstieg der Fischereiintensität gesehen werden muß. Die Beurteilung der Bestandsgröße ist eine Vorbedingung für eine Festsetzung der Quote, die Quote wiederum ist die Voraussetzung zur Festlegung der Fanganteile der einzelnen Mitgliedsländer der Konvention. Die Fanganteile bedürfen der Bestätigung der Regierungen der Mitgliedsländer.

Zwischen den Fischerei- und Forschungsorganisationen bzw. -komitees hat sich eine enge Zusammenarbeit entwickelt. Jährlich werden auf Anforderung der Fischereiorganisationen bzw. -komitees die Größen der nutzbaren Bestände und die Möglichkeiten der optimalen Entnahme eingeschätzt. Im Rahmen der nordatlantischen Fischereikommission wurden parallel zu der Festlegung von Regulierungsmaßnahmen auch entsprechende Kontroll-



Fischereiflottillen aus vielen Ländern treffen sich beim Fang von Hering und Makrele auf dem 300km langen Fangplatz Georgesbank vor der amerikanischen Ostküste.

systeme aufgebaut. Ein Stab von Fischereiinspektoren überwacht auf See die Einhaltung der Regulierungsmaßnahmen.

Einige Beispiele aus der Arbeit der Fischereiorganisationen im nordatlantischen Raum sollen die umfangreiche Aufgabenstellung andeuten. Die Ostseekonvention mit

der dafür zuständigen Internationalen Kommission für die Fischerei in der Ostsee und den Belten, die 1973 von allen sieben Ostseeanliegerstaaten geschaffen wurde, umfaßt Vereinbarungen zu Schonzeiten und -gebieten, zu maximalen Maschenweiten und Mindestfischgrößen sowie in jüngster Zeit auch zur Quotierung. Ziel aller dieser Maßnahmen ist, die Fischerei in solcher Weise dem Nachwuchs und dem Wachstum anzupassen, daß ein maximaler Dauerertrag gewährleistet wird.

Um den Inhalt spezieller Schonmaßnahmen für die Ostseebestände zu demonstrieren, seien ebenfalls einige Beispiele genannt. So wurden für 1976 als Mindestmaße bei Dorsch 30 cm, bei Schollen und Flunder 25 cm, bei Steinbutt und Glattbutt 30 cm und bei Aal 35 cm festgelegt. Bei Schleppnetzen für Dorsch und Plattfisch muß die Maschenweite im Steert mindestens 90 mm betragen. Zur Sicherung des Ableichens haben weibliche Flundern und Schollen von Februar bis April im westlichen Gebiet der Ostsee und beide Geschlechter im genannten Zeitraum in verschiedenen festgelegten Teilen der südlichen und westlichen Ostsee Schonzeit. Ähnliche Regelungen betreffen den Steinbutt und Glattbutt im Juni und Juli.

Aus den Festlegungen der NEAFC in den Jahren 1975 und 1976 seien einige Beispiele zur Schonung des Herings genannt. Als Mindestlänge für den Nordseehering aus Fischereien für die direkte menschliche Ernährung wurden 20 cm festgesetzt. Problematisch ist noch eine Regulierung des Jungheringbeifanges in der Fischerei auf Sprott, Sandaal und Stintdorsch. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Kontrolle dieser die Reproduktion der Heringsbestände in der Nordsee gefährdenden Fischereien werden gegenwärtig mit Hilfe des ICES vorgenommen. Für den atlanto-skandischen Hering wurde aufgrund der gegenwärtig sehr schlechten Bestandssituation ein Fangverbot erlassen, mit Ausnahme einer begrenzten Fischerei der Anlieger mit Kiemennetzen.

Die Notwendigkeit konkreter Schutzmaßnahmen ist im Nordatlantik besonders groß, da entscheidende Hauptfangobjekte offenbar bereits zu stark genutzt worden sind. Die Quote mußte in verschiedenen Fällen gegenüber den Istmengen der letzten Jahre gesenkt werden. Bei einer

vernünftigen Regulierung der Fischerei, die auf den Ergebnissen der Fischereiforschung der beteiligten Länder basiert, ist jedoch zu erwarten, daß binnen einiger Jahre auch im Nordatlantik die Bedingungen für die Nutzung des produktionsbiologisch möglichen maximalen Dauerertrages geschaffen sind.

Die zunehmende Nutzung der Ressourcen des Meeres durch eine Vielzahl von Ländern und für unterschiedliche Interessen warf in der jüngsten Geschichte erneut die Frage nach dem prinzipiellen Rechtsstatus des Meeres auf. Die gegenwärtig in mehreren Phasen ablaufende dritte Seerechtskonferenz der UNO bereitet eine ganze Palette neuer Regelungen vor. Aus dem bisherigen Verlauf der Konferenz ist zu erkennen, daß die Küstenstaaten künftig wesentlich bei der Vergabe von Quoten mitbestimmen werden. Angestrebt wird jedoch, daß weiterhin Fragen der Bestandsregulierung auf internationaler Ebene behandelt werden. Eine wachsende Bedeutung dürften hierbei künftig solche Forschungsorganisationen wie der Internationale Rat für Meeresforschung erfahren.

»Meeres«kultur und Umweltschutz

Eine sinnvolle Nahrungsgewinnung aus dem Meer verlangt neben dem Schutz vor Überfischung auch bestimmte Maßnahmen des Umweltschutzes. Die früher vertretene Meinung, das Meer sei praktisch unbegrenzt für die Abfälle der menschlichen Zivilisation aufnahmefähig, muß ähnlich der Auffassung von der Unerschöpflichkeit der Nahrungsressourcen heute als überholt betrachtet werden. Natürlich wäre auch die Forderung, den »ursprünglichen Zustand wiederherstellen zu wollen, absurd. Die Einleitung einer abgestimmten Menge von Abfallstoffen muß vielmehr als eine Form der sinnvollen Nutzung des Meeres genauso wie die Fischerei, die See- und Hafenwirtschaft, die Rohstoffgewinnung oder das Erholungswesen akzeptiert werden. Die durch den Menschen verursachten zusätzlichen Komponenten des Stoffkreislaufes zwischen Meer und Festland müssen nur in Rechnung gestellt und gesteuert werden. Parallelen zur Landeskultur bieten sich hierbei



Der Schutz der biologischen Ressourcen erfordert dringend, daß die Einleitung von unzureichend geklärtem Abwasser ins Meer eingestellt wird.

durchaus an, auch wenn das Meer aufgrund seiner Größe andere Maßstäbe setzt.

Wann werden Abfallstoffe zu Verunreinigungen? Von einer Verunreinigung ist dann zu sprechen, wenn beispielsweise Abwässer konzentriert und ohne Beachtung der natürlichen bzw. vom Menschen bereits beeinflussten Belastbarkeit mit sauerstoffverbrauchenden Stoffen ins Meer geleitet werden. Desgleichen liegen Verunreinigungen vor, wenn schwer abbaubare Schadstoffe die zulässigen Konzentrationen überschreiten oder pathogene Bakterien oder Viren im Abwasser enthalten sind. Neben der stofflichen Verunreinigung muß aber auch die sogenannte Abfallwärme erwähnt werden, die bei Überschreitung gewisser Grenzwerte ebenfalls Schäden hervorrufen kann.

Der Verschmutzungsgrad hat in vielen Meeresgebieten der Erde vor allem in den Küstengewässern in letzter Zeit

stark zugenommen. Andererseits werden gegenwärtig jedoch auch die realen technischen Möglichkeiten geschaffen und erforderliche Maßnahmen vorbereitet, um der weiteren Verschmutzung des Meeres Einhalt zu gebieten bzw. bereits stark belastete Küstengebiete wieder zu sanieren. Als Alternative zur Ideologie einiger bürgerlicher Philosophen, die die Umweltverschmutzung für unabwendbar halten und letztlich den Umwelttod der Menschheit prophezeien, vertreten die progressiven Kräfte in der Welt die Auffassung, daß mit Hilfe der Erkenntnisse aus Wissenschaft und Technik angesichts sich verändernder gesellschaftlicher Verhältnisse die Gefahren für unsere Umwelt gebannt werden können.

Fragen wir uns, von welchen Schadstoffen derzeit die größte Bedrohung der marinen Nahrungsressourcen ausgeht und wie dem begegnet werden kann. Ein besonderes Problem ist z. B. die Verschmutzung mit radioaktiven Spaltprodukten. So hatte infolge der Atombombenversuche der USA in den fünfziger Jahren der radioaktive Verseuchungsgrad von Thunfischen im Pazifik auf einer Fläche von 2,5 Mio km² die Sicherheitsgrenze nahezu erreicht. Mit dem Abschluß des Moskauer Abkommens von 1963 zur Einstellung der Kernwaffenversuche im Wasser, in der Atmosphäre und im Weltraum ist diese Hauptquelle der radioaktiven Verseuchung ausgeschaltet worden. Gegenwärtig wächst jedoch die Zahl der Kernkraftwerke und kernenergiegetriebenen Schiffe. Um einem erneuten Anstieg der radioaktiven Verseuchung vorzubeugen, kommt es darauf an, die nuklidspezifisch zulässigen Maximalkonzentrationen entsprechend internationalen Übereinkommen genau einzuhalten.

Parallel zur Entwicklung der Atomindustrie für friedliche Zwecke werden die Voraussetzungen einer gefahrlosen Deponie erforscht. Die gefährlichsten Zerfallsprodukte mit langen Halbwertszeiten werden heute unter Kontrolle auf dem Festland unterirdisch gelagert. Isotope mit kürzeren Halbwertszeiten werden aber auch im Meer verteilt oder in Behältern entsprechender Haltbarkeit in tiefen Teilen des Ozeans versenkt. Diese Formen der Beseitigung von radioaktivem Müll sind jedoch nicht ganz unbedenklich, da radioaktive Zerfallsprodukte von ver-

schiedenen Meeresorganismen angereichert werden. Ein Beispiel ist die Konzentration von Ruthenium 106 durch eine Alge namens Purpurblatt an der englischen Küste. Diese Alge wird von der dortigen Bevölkerung gegessen, weshalb die Einleitung von Ruthenium 106 eingestellt werden mußte. Die Deponie in der Tiefsee ist deshalb so gefährlich, weil Tiefenströmungen und Auftriebsvorgänge das radioaktive Material wieder in oberflächennahe Schichten befördern können.

Eine viel diskutierte Verunreinigung des Meeres sind die chlorierten Kohlenwasserstoffe, wobei an erster Stelle das Insektenbekämpfungsmittel DDT zu erwähnen ist. Die Gesamtmenge an DDT im Meer wird unterdessen auf 500 000 t geschätzt. Organismen können diese Substanz stark anreichern, Muscheln beispielsweise auf das 70 000fache. DDT wurde selbst im Körper antarktischer Robben und Pinguine gefunden. Verschiedene Schäden sind auch bei den höheren Gliedern der Nahrungskette nachgewiesen worden, z. B. am Nervensystem oder in der Ausbildung der Eischale bei Vögeln. In vielen Ländern wird deshalb die Verwendung von DDT und ähnlichen Verbindungen stark eingeschränkt. Auch in der DDR wurde 1970 ein Beschluß zur stufenweisen Liquidierung des DDT erlassen. Als Folge entsprechender Bemühungen aller Ostseeanliegerstaaten wurde bereits ein Rückgang des DDT-Gehaltes bei Fischen aus der Ostsee nachgewiesen. Als Ersatz für DDT wird an Präparaten mit schmalem Wirkungsspektrum gearbeitet, auch werden biologische und biologisch-chemische Methoden zur Bekämpfung von Pflanzenschädlingen verstärkt erforscht. Beim Registrieren der Nebenwirkungen des DDT und anderer Insektizide darf jedoch nicht vergessen werden, daß sie nicht nur eine Produktionssteigerung in der Landwirtschaft bewirkt haben, sondern auch Seuchen wie Malaria, Gelbfieber, Typhus und Schlafkrankheit entscheidend eingedämmt haben.

Giftig wirken auch Schwermetalle, z. B. Quecksilber, Kupfer, Blei, Kadmium und Zink, die mit Abwässern ins Meer gelangen können. Die in Japan aufgetretene Minamata-Krankheit des Zentralnervensystems wurde durch Quecksilberverbindungen enthaltende Abwässer aus

einem Polyvinylchlorid herstellenden Werk verursacht. Nachdem eine Einleitung des Abwassers verboten wurde, ging die Krankheit sofort zurück. Früher wurden Quecksilberverbindungen auch in der Zelluloseindustrie und beim Pflanzenschutz im Ostseeraum benutzt. Als Folge davon wurden in Küstengewässern der nordischen Länder zeitweilig bis zu 1 mg Quecksilber pro Kilogramm Fisch nachgewiesen. Die Gefahr ist inzwischen gebannt, da Quecksilberverbindungen nicht mehr verwendet werden dürfen.

Bedenklich stimmen auch die hohen Bleikonzentrationen, die in den oberen Schichten des Nordatlantiks und Nordpazifiks den natürlichen Wert um das 50fache überschreiten. In den seit 1940 gebildeten Eisschichten Grönlands wurde ebenfalls Blei nachgewiesen. Als Quelle des Bleis kommt nur das Antiklopfmittel Bleitetraäthyl in

Flugzeuge überwachen bereits heute die Verschmutzung der Ostsee. In dieser Farbaufnahme aus 600 m Höhe ist die Ausbreitung von Rohöl an der Meeresoberfläche festgehalten.



Betracht, das seit dieser Zeit den Vergaserkraftstoffen zugesetzt wird. Nach vorläufigen Schätzungen liegt der jährliche Bleiniederschlag auf der Erde bei 500 000 t. In der Entwicklung umweltfreundlicher Antriebsarten bis hin zum Elektroantrieb wird hier ein Ausweg erkennbar.

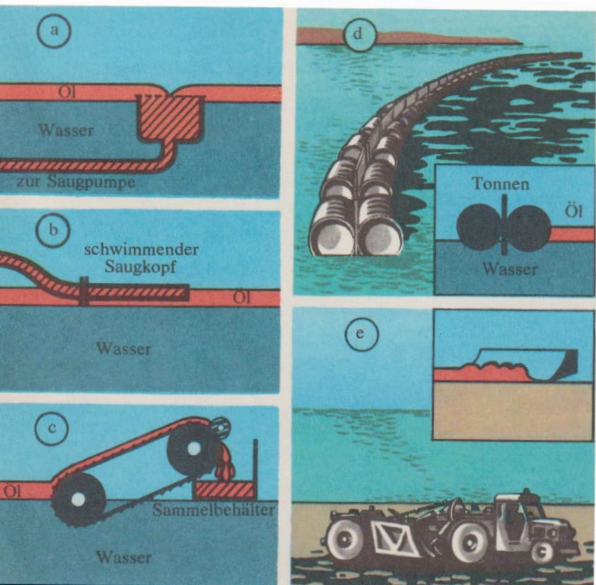
Das Erdöl und dessen Verarbeitungsprodukte werden in ihrer Schadwirkung auf Meereslebewesen vielfach unterschätzt. Kohlenwasserstoffe können mit Eiweißverbindungen im lebenden Organismus irreversible Verbindungen eingehen, wirken unter Umständen krebserregend und beeinträchtigen als Ölfilm auf dem Wasser außerdem das Eindringen von Licht und Sauerstoff und damit die Assimilation der Pflanzen. Die Ölverschmutzung des Meeres beläuft sich auf etwa 1 Mio t, wobei deren Hauptmasse nicht etwa durch gelegentliche Großhavarien von Tankern, sondern durch das Waschen der Öltanks oder kleinere Lecks verursacht werden. Die Londoner Konvention von 1954 zur Verhinderung von Ölverschmutzungen, ergänzt durch zusätzliche Abkommen, verbietet Handelsschiffen das Ablassen von Öl und Ölrückständen in bestimmten Zonen und erlaubt in den übrigen Gebieten das Ablassen nur unter Beachtung bestimmter Vorschriften. Die Kontrolle erfolgt in den vorgesehenen Gebieten mit Hilfe von Flugzeugen und Hubschraubern, auch am Einsatz von Satelliten für Kontrollzwecke wird gearbeitet. Zunehmend werden die Schiffe mit Ölseparatoren ausgerüstet. In den Häfen dienen Spezialfahrzeuge zur Säuberung von Tanks und zum Sammeln der Öltrete.

Für den Fall einer Havarie wurden und werden Verfahren entwickelt, um ausgelaufenes Öl von der Wasseroberfläche und vom Strand wieder zu entfernen. Mit fragwürdigem Erfolg hat man Chemikalien angewandt, die das Öl emulgieren und zum Absinken bringen, dann jedoch Bodenfauna und -flora zerstören und obendrein durch Gasbildung vielfach später wieder an die Oberfläche gelangen. Die beste Methode ist immer noch das mechanische Entfernen, wobei unschädliche Absorbentien, wie Schaumstoffe, Baumrinden- oder Korkstückchen, zu Hilfe genommen werden. Erfolgversprechend sind erste Experimente mit Bakterienstämmen verlaufen, die sich von Erdöl und dessen Verarbeitungsprodukten ernähren.

Abfallwärme kann in Verbindung mit nährstoffreichen Abwässern durchaus als Grundlage für die Intensivhaltung von Fischen oder Wirbellosen dienen, da das Wachstum durch Temperaturerhöhung oft stark beschleunigt wird. Eine hochgradige Säuberung des Abwassers ist allerdings unerlässlich, da mit steigender Temperatur das Anreicherungsvermögen der Organismen in bezug auf Schadstoffe vergrößert werden kann.

Abwässer können aber auch ohne Gehalt an spezifischen

Es existiert heute schon eine ganze Reihe von Vorrichtungen, um Ölverschmutzungen von der Meeresoberfläche und vom Strand zu entfernen: a und b – Absauganlagen, c – Abschöpfeinrichtung, d – Eindämmen mittels schwimmender Sperrwände, e – Schrapper zum Einsatz an Sandstränden.



Schadstoffen den Charakter von Verunreinigungen annehmen, wenn eine ausreichend gute Verteilung im Meer nicht gewährleistet ist oder der bereits vorliegende Eutrophierungsgrad unbeachtet blieb. Dann besteht die Gefahr, daß der vorhandene Sauerstoff nicht mehr zum Abbau der Abfallstoffe ausreicht. Bei Sauerstoffmangel kann im Meerwasser aufgrund des hohen Sulfatgehaltes schnell giftiger Schwefelwasserstoff gebildet werden. Bei einem Sauerstoffgehalt von weniger als 1 bis 2 mg/l sind Fische nicht mehr lebensfähig.

Der überwiegende Teil der kommunalen Abwässer, die von den Anliegern in die Ostsee eingeleitet werden, wird bisher nur primär – mechanisch – geklärt. Die Abwässer werden meist in unmittelbarer Küstennähe abgelassen, nur wenige Fernleitungen führen in offene Seegebiete. Zu-

Anlage zur biologischen Abwasserklärung in Kühlungsborn. Moderne Kläranlagen werden in den nächsten Jahren in zahlreichen Ballungsgebieten von Industrie, Landwirtschaft und Erholungswesen an unserer Küste gebaut.



nehmend werden jedoch auch biologisch — mit Bakterien — arbeitende Anlagen zur Sekundärklärung gebaut. Obwohl die Abwässer nach der Sekundärklärung hygienisch einwandfrei sind, enthalten sie noch die Abfallsubstanzen in mineralisierter Form. In zu hoher Konzentration können sie eine Überdüngung verursachen, starkes Algenwachstum und schließlich wieder Sauerstoffmangel sind die Folgen.

Während eine zu hohe Abfallbelastung vieler Küstengewässer der Ostsee außer Zweifel steht, sind die Auswirkungen auf die Ostsee insgesamt noch nicht eindeutig geklärt. Gegenwärtig geht es vor allem darum, die Küstengewässer zu sanieren, indem das Einleiten von Schadstoffen verhindert und das von sauerstoffzehrenden Abwässern vermindert wird. Die Reinigung vor der Einleitung ist dazu notwendige Voraussetzung. Noch recht umstritten ist, wie sich schadstofffreies Abwasser großräumig verteilt auswirken kann. Deshalb laufen verstärkt Forschungen, um die Gesamtbelastbarkeit der Ostsee zu ermitteln. An diesen Arbeiten sind Wissenschaftler aus allen Anliegerstaaten beteiligt.

Gezielte Eingriffe ins ökologische Gleichgewicht des Meeres

Größere Eingriffe des Menschen in das ökologische System des Meeres sind mit der Intensivfischerei notwendigerweise verbunden. In der Vergangenheit wurde das Gleichgewicht in der Natur jedoch ungelenkt und ungewollt beeinflusst, so daß es nicht wunder nimmt, wenn die Ergebnisse vielfach negativ beurteilt werden müssen. Es liegen Beispiele vor, wo wertvolle Nutzfischarten durch die Fischerei stark dezimiert worden sind und die so entstandenen ökologischen Lücken durch weniger lukrative Arten ausgefüllt wurden.

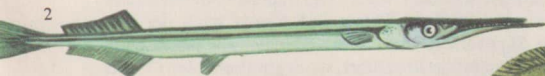
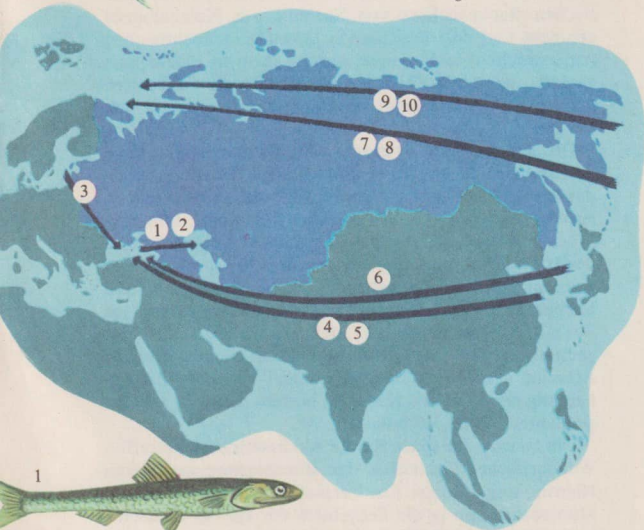
Gegenwärtig werden die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen, um gezielte Eingriffe durchführen zu können. Besonders vorteilhaft wäre die Förderung pflanzenfressender Fischarten, da die Biomasse des pflanzlichen Plank-

tons etwa zehnmal größer als die des tierischen Planktons ist. Zu den wenigen pflanzliches Plankton fressenden Massenfischen gehören die Sardine und einige Sardinellen. Aufgrund der Nahrungsbeziehungen können beispielsweise vor Nordwestafrika von dem zur Verfügung stehenden Futter bedeutend mehr Sardinen leben als tierisches Plankton fressende Fische wie Thunmakrele und Schildmakrele. In vielen Seegebieten könnten auch Nutzfischarten in ihrer Bestandsgröße gefördert werden, wenn nur die Haie dezimiert würden. Der Eishai des Nordatlantiks frißt wahrscheinlich mehr Schwarzen Heilbutt, als der Mensch mit seiner Fischerei entnimmt. Werden derartige Eingriffe in das natürliche biologische Gleichgewicht erwogen, wollen auch Marktwert oder maschinelle Bearbeitungsfähigkeit der Fische bedacht sein. Nicht alle Fischarten sind so gefragt wie Sardine oder Schwarzer Heilbutt. Andererseits kann durch neue Be- und Verarbeitungsverfahren und durch Änderung der Ernährungsgewohnheiten so manche ursprünglich verschmähte Fischart lukrativ werden.

Neben der gezielten Veränderung des biologischen Gleichgewichts der bereits im betreffenden Gebiet lebenden Arten besteht aber auch die Möglichkeit zur Umsetzung oder Akklimatisation. Im Laufe der Evolution der Arten und ihrer Verbreitung können durchaus ökologische Nischen geblieben oder auch später durch unterschiedliche Faktoren, etwa durch die Fischerei selbst, entstanden sein. Natürliche Barrieren, z. B. hohe Wassertemperaturen in den oberen Schichten der niederen Breiten, können die Ausbreitung von Arten aus dem Nordpazifik in den Nord-

Die sowjetischen Meeresbiologen verfügen über reiche Erfahrungen bei der Umsetzung und Akklimatisation von Meeresfischen:

1 – Asowsardelle (*Engraulis encrasicolus maeoticus*), 2 – Schwarzmeer-Hornhecht (*Belone belone euxini*), 3 – Dorsch (*Gadus morhua callarias*), 4 – Adlerfisch (*Pseudosciaena polyactis*), 5 – Ilisha (*Ilischa elongata*), 6 – Japanischer Meerzander (*Lateolabrax japonicus*), 7 – Terpuge (*Pleurogrammus monopterygius*), 8 – Irischer Lord (*Hemilepidotus hemilepidotus*), 9 – Felsenzunge (*Lepidopsetta bileniata*), 10 – Pazifischer Lachs (*Oncorhynchus spec.*).



atlantik oder vom Nordpazifik in den Südpazifik verhindert haben. In den Randmeeren kann das Vorkommen der Arten durch erdgeschichtlich junge geologische Veränderungen beeinflusst worden sein.

Eine ganze Reihe erfolgreicher Experimente zur Umsetzung von Meerestieren, besonders seitens der UdSSR, liegen bereits vor. So wurden befruchtete Eier des pazifischen Buckellachses von Sachalin zur Kolahalbinsel gebracht und dort drei bis vier Monate in Zuchtteichen vorgestreckt. Die Jungtiere wurden dann in Flüsse ausgesetzt, die in das Weiße Meer und in die Barentssee münden. Heute erscheint der Buckellachs bereits in den Fängen.

Oftmals erscheint es angebracht, Nahrungsorganismen umzusetzen. So wurde die Planktonalge *Platymonas virides* aus dem Schwarzen Meer im Kaspischen Meer und im Aralsee eingebürgert. Sie zeichnet sich durch schnelles Wachstum aus und ist gegenüber starken Veränderungen der Umweltfaktoren tolerant. Aus dem Asowschen Meer wurden der Meeresringelwurm *Nereis diversicolor* und Larvenstadien der Seepocke *Balanus improvisus* ins Kaspische Meer umgesetzt. Mehr als die Hälfte des Mageninhaltes der ebenfalls umgesetzten kleinen Fischart *Atherina mochon pontica*, die ihrerseits wieder Vorzugsnahrung der Störe des Kaspi ist, besteht nunmehr aus den genannten beiden Wirbellosen.

Die meisten Beispiele für die Akklimatisation betreffen Wanderfische, Fischarten der Binnenmeere und deren Nahrungsorganismen. Ein Versuch, die Sardine von den Marquesasinseln in die Seegebiete vor Hawaii einzubürgern, scheint nunmehr nach zehn Jahren erste sichtbare Ergebnisse zu liefern. Erfolgreich wurde auch der Gestreifte Sägebarsch von der atlantischen zur pazifischen Seite Nordamerikas überführt, wo er zum beliebten Objekt des Sportangelns geworden ist.

Vielfach wird es jedoch nicht der beste Weg sein, in ein Seegebiet neue Arten einzubürgern, sondern vielmehr überfischte Bestände wieder aufzubauen, gegebenenfalls auch durch künstliche Aufzucht. Beispielsweise ist der atlanto-skandische Heringsbestand aus dem Europäischen Nordmeer durch zu starke Befischung der jungen und

erwachsenen Stadien in einer Periode ungünstiger Reproduktionsbedingungen bedrohlich dezimiert worden. Sollte es trotz der strengen Schonmaßnahmen nicht möglich sein, den Laichbestand wieder aufzubauen, wäre eine künstliche Reproduktion zu erwägen. Vielleicht gelingt es künftig, die erforderliche Menge an Heringseiern künstlich zu befruchten, zu erbrüten und die Larven bis zu einem für das Aussetzen geeigneten Stadium aufzuziehen. Laborversuche zur künstlichen Aufzucht sind bei verschiedenen anderen Seefischarten bereits positiv verlaufen.

Durch wissenschaftlich begründete Eingriffe des Menschen in das Ökosystem freilebender Bestände können die Ressourcen nicht nur erhalten, sondern auch arten- und mengenmäßig im Rahmen der produktionsbiologischen Kennziffern eines Seegebietes verändert werden. Das absehbare Ziel von Bewirtschaftungsmaßnahmen an freilebenden Beständen entspricht annähernd dem heutigen Stand der Bewirtschaftung von Wild in Kulturwäldern. Dieses Ziel setzt zugleich eine hohe Stufe der internationalen Zusammenarbeit voraus.

Intensivwirtschaft in Meeresfarmen

Neben der hochgradig regulierten Fischerei und der Bewirtschaftung freilebender Bestände muß in der Aquakultur, der Intensivhaltung von Meeresorganismen, eine weitere große Reserve für die Nahrungsgewinnung aus dem Meer gesehen werden. Die Aquakultur zeigt einschließlich ihrer höchsten Form, der Intensivhaltung unter industriemäßigen Bedingungen, bereits viele Parallelen zur Landwirtschaft.

Die Anfänge der Aquakultur entstanden bereits vor 4000 Jahren in China, Japan und Ägypten und vor zumindest 2500 Jahren auch in Teilen Europas. Über 90 % der Erträge aus Meeresfarmen kommen noch heute aus den süd- und südostasiatischen Ländern. Die Unsicherheit der statistischen Angaben und die fließenden Übergänge zwischen Aquakultur und Fischerei lassen nur grobe quantitative Schätzwerte zu. Danach dürften etwa 5 Mio t Meeresorganismen, das wären rund 8 % des Welt-

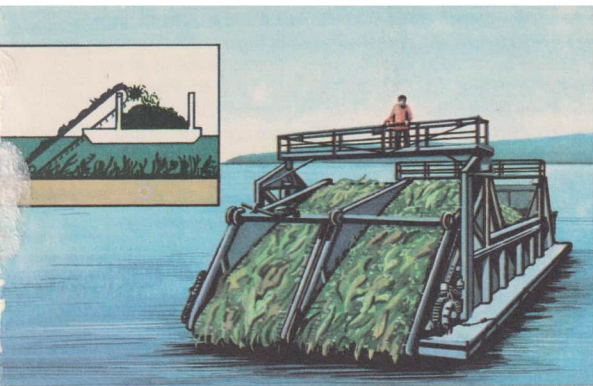
fischereiertrags, aus Kulturen stammen. Experten auf dem Gebiet der Aquakultur halten eine Ertragssteigerung um das Zehnfache bis zum Jahr 2000 nicht für unrealistisch. Der Anteil für Kulturen geeigneter Meeresflächen macht 3 % des Gesamtareals aus, das sind immerhin fast 11 Mio km², wenn die 30-m-Tiefenlinie als vorläufige Grenze angesehen wird. Voraussetzung ist allerdings, daß die Forderungen nach Reinhaltung des Meeres weitgehend verwirklicht werden. So mußten z. B. in Kanada 25 % der für Aquakultur geeigneten Küstenfläche oder in den USA 8 % des Areals der Austernkulturen wegen hochgradiger Verschmutzung gesperrt werden.

Anbau von Algen

Analog dem Feldbau auf dem Festland sind auch im Meer Kulturen mit Pflanzen denkbar. Gegenüber den Landpflanzen bieten Wasserpflanzen den Vorzug, daß der größte Teil der Pflanze direkt als Nahrung verwendet werden kann. Bei den Wasserpflanzen dient die Photosynthese in stärkerem Maße der Erzeugung wieder photosynthetisch aktiver Zellen. Teile mit Halte- und Stützfunktion sind im Wasser in weit geringerem Maße erforderlich. Bei den Planktonalgen entfällt der Aufbaustoffwechsel für diesen Zweck völlig.

Ein Vorläufer der Unterwasseragronomie ist die einfache Gewinnung wildlebender Arten analog der Fischerei. Die Gesamtbiomasse an natürlichen Beständen festsitzender Pflanzen im Meer, vor allem Algen, wird auf 200 Mio t geschätzt, und wenn wir die Masse des pflanzlichen Planktons hinzuzählen, entsteht die gewaltige Zahl von 500 Mia t. Derzeit werden davon jährlich nur 1 Mio t fast ausschließlich in Küstengewässern genutzt. Dieser Wert enthält sowohl den durch einfache, der Fischerei ähnelnde Gewinnung als auch den durch Aquakulturen erzielten Anteil. Jedoch dürften die Wasserpflanzen, die besonders in Südostasien als Futter in Meeresfarmen verwendet werden, kaum enthalten sein.

Wertvoll ist das Studium der in einigen Ländern Südostasiens bereits erprobten Anbaumethoden der Unter-



Kombi­ne für die Tange­rnte auf Unterwasser­plan­ta­gen: Zwei endlose, mit Haken ver­sehene Bän­der rei­ßen die Algen vom Meer­es­boden ab. Zwei sich ent­ge­gen­ge­setzt drehende Dornen­walzen lösen den Tang von den Ernte­bän­dern und schleudern ihn in den Lade­raum.

wasseragronomie. In Japan beispielsweise werden Stangen, an denen sich Algensporen anheften können, in parallelen Reihen in den Meeresboden gesteckt bzw. eingespült. In zwei bis drei Monaten wachsen die Pflanzen heran, so daß in einem Jahr mehrere Ernten möglich sind. Sogar eine Düngung wird in den Sommermonaten vorgenommen, wenn der natürliche Vorrat an Nährsalzen das Wachstum begrenzt. Dazu werden an den Stangen Tongefäße befestigt, die verschiedene Nitrate und Phosphate enthalten, so daß die Nährstoffe langsam ins Wasser abgegeben und von den Pflanzen aufgenommen werden können.

Experimente mit festsitzenden Algen wurden auch in der UdSSR ausgeführt. Auf einer 2 ha großen Versuchsfläche in einer Bucht an der Südküste Sachalins pflanzten Aquanauten Triebe einer Rotalgenart. Die Pflanzung gedieh gut und nahm bald eine Fläche von 3500 ha ein. Die fernöstlichen Küsten der UdSSR können nach vorsichtiger

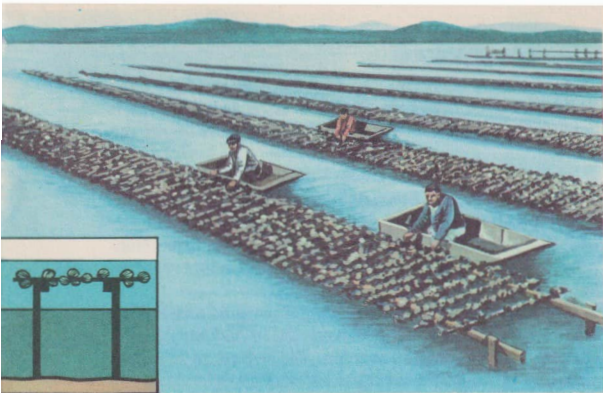
Schätzung jährlich rund 1 Miot Algen ohne schädliche Nebenwirkungen auf die Biozönose liefern.

Anders als bei den festsitzenden Pflanzen kann an eine direkte Nutzung der freilebenden pflanzlichen Plankter schon aus fangtechnischen Gründen vorerst nicht gedacht werden. Jedoch gibt es auch hier Ansätze zur Kultivierung, wobei praktische Ergebnisse mit Süßwasserplanktonalgen erwähnenswert sind. Da diese Algen auch bei bestimmten Salzgehalten gut gedeihen, werden sie vielfach in Brackwasserteichen gefördert, wo sie der Ernährung pflanzenfressender See- oder Süßwasserfische dienen.

Versuchsergebnisse, die mit Nahrungsgewinnung aus dem Meer direkt nichts mehr zu tun haben, es sei denn, es wird als Kulturmedium zum Teil auch Seewasser benutzt, liegen für industrielle Kulturen mit Süßwasseralgen vor. Zum Beispiel wurden im Labormaßstab mit der Gattung *Chlorella* Erträge von umgerechnet 200 t/ha erzielt. Nach Berechnungen aus den USA würden Algenkulturen mit einem Volumen von 10^{12} Liter ausreichen, um in Verbindung mit vorgeschalteten Bakterienkulturen das gesamte Abwasser der Vereinigten Staaten zu reinigen. Dabei können täglich 120 000 t Algen und 200 000 t Sauerstoff gewonnen werden. Vorerst ist an solche Dimensionen der Algenproduktion jedoch nicht zu denken.

Aufzucht von Muscheln, Krebsen, Stachelhäutern ...

Mit schätzungsweise 1 Miot haben die wirbellosen Organismen einen recht beachtlichen Anteil am Jahresgesamtertrag aus Aquakulturen. An erster Stelle stehen hierbei die Muscheln, vor allem Austern- und Miesmuschelarten. Austernkulturen gab es schon vor der Zeitwende in China und Japan. Inzwischen wurden sie von vielen Ländern der Erde übernommen. Die Voraussetzungen für eine Austernzucht – mindestens 20°C Wassertemperatur im Sommer zur Laichzeit und relativ geringe jährliche Temperaturschwankungen – sind z. B. an den portugiesischen, spanischen und französischen Atlantikküsten und teilweise noch an der holländischen Nordseeküste zu finden.



Bei dieser Form der Austernzucht werden die Austern auf rost-artigen Gestellen gezogen. Hege und Ernte der Austern erfolgen bei Niedrigwasser.

In Japan wurde das dreidimensionale Aufzuchtverfahren entwickelt, bei dem die Austern an vertikal ins Wasser hängenden Seilen kultiviert werden, die wiederum an Bambusstäben oder Flößen befestigt sind. Bei dieser Methode werden die Nährstoffe besser ausgenutzt, und die räuberischen Seesterne können die Austern nicht erreichen. Außerdem wird ein Versanden oder Verschlammen verhindert. In Japan werden in modernen Austernanlagen bis zu 20 t Austernfleisch pro Hektar und Jahr produziert. Es gibt auch Projekte zur Errichtung großer Austernfarmen an der schottischen Küste, die mit dem erwärmten Kühlwasser von Kernkraftwerken gespeist werden sollen.

Neben den Austern hat noch die Miesmuschel, deren Nährwert und Geschmack ebenfalls geschätzt sind, Bedeutung für die Aquakultur. Die Miesmuschel bildet auch in einigen Küstengewässern der DDR natürliche Vorkommen, ist jedoch hier aufgrund des geringeren Salzgehaltes kleinwüchsiger als die Populationen aus der Nordsee oder dem Atlantik.

In Japan und in den USA gibt es Experimente zur Aufzucht der ebenfalls zu den Mollusken gehörenden Tintenfische. Die Gefahr des Kannibalismus und der hohe Bedarf an eiweißreichem Futter müssen bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen hier besonders berücksichtigt werden.

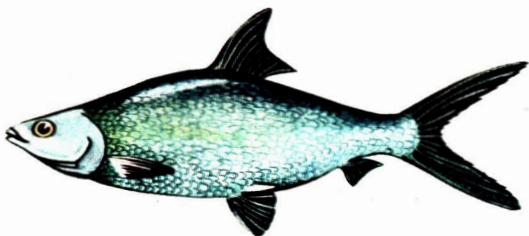
In der UdSSR wird an einem Verfahren zur künstlichen Aufzucht der zu den Stachelhäutern zählenden Seegurken an der pazifischen Küste gearbeitet. Getrocknete Seegurken sind unter dem Namen Trepang ein begehrtes Nahrungsmittel. Trepang ist eiweißreich und leicht verdaulich.

Von den wirbellosen Kulturobjekten sind schließlich noch die Garnelen erwähnenswert, die in Südostasien und auch in Indien gehalten werden. Diese Krebse zeichnen sich wie die Muscheln durch ein kurzes Larvenstadium und schnelles Wachstum aus. In Japan gelang vor kurzem die komplette Zucht einer Garnelenart vom kontrollierten Abbläuen und der Aufzucht der Larven bis zum Mästen der erwachsenen Tiere. Der gesamte Zyklus vollzieht sich in einem halben Jahr. Inzwischen werden in Japan auf diese Weise Erträge von 2 bis 6 t/ha erreicht.

Die Nachfrage nach Garnelen ist in vielen Ländern der Erde groß und kann durch die einfache Fischerei, die immerhin über 1 Mio t bringt, nicht befriedigt werden. Deshalb werden auch in Europa und Amerika Experimente mit verwandten Garnelenarten durchgeführt.

... aber vor allem von Fischen

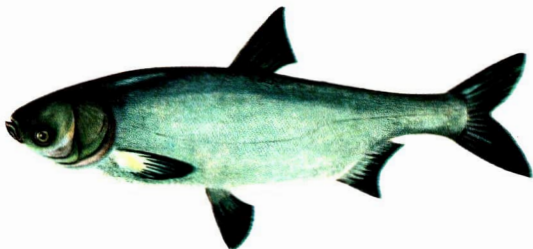
In Aquakulturen der Küsten- und Binnengewässer werden heute jährlich 3,5 bis 4 Mio t Fische aufgezogen, was die Bedeutung der Intensivhaltung von Fischen nachdrücklich unterstreicht. Die südostasiatischen Länder sind auch auf diesem Gebiet führend. Fische, die sich von Pflanzen ernähren können, stehen dabei verständlicherweise im Vordergrund des Interesses. Der Milchfisch wird in Südostasien, besonders auf den Philippinen, auf Java und Taiwan, schon seit Jahrhunderten kultiviert. Seine Nahrung sind die Algenteeppiche der Zuchtteiche einschließlich



Der pflanzenfressende Milchfisch ist ein verbreitetes Objekt der Brackwasseraquakultur in Südostasien.

der zwischen den Algen lebenden Kleinsttiere. Eine Zufütterung erfolgt nicht. Die Milchfischbrut wird mittels Zugnetzen oder Reusen im Meer gefangen und in mit Dämmen abgesperrten Meeresbuchten ausgesetzt. Durch Mischen von Süß- und Meerwasser wird der Salzgehalt bei etwa 15 ‰ gehalten, da dann die Nahrungspflanzen am besten gedeihen. Gedüngt wird mit Abwasser aus Ställen und Haushalten. Die Optimaltemperatur für das Wachstum des Milchfisches liegt bei 30 °C. Bei einer täglichen Algenproduktion von 200 kg/ha ist ein jährlicher Fischertrag von 2 t/ha möglich.

Der Silberkarpfen nährt sich von pflanzlichem Plankton, weshalb er auch zur biologischen Säuberung der Gewässer beitragen kann.



Während der Milchfisch sich aufgrund der hohen Temperaturansprüche bei uns höchstens in Warmwasseranlagen halten könnte, vertragen andere pflanzenfressende Arten aus Südostasien durchaus die Temperaturen unserer Breiten, wenn auch Nahrungsaufnahme und Wachstum zurückgehen und die Laichreife z. T. mittels Einspritzungen eines Hypophysenhormons erzielt werden muß. Zum Beispiel sind mit Silberkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix*) und Amurkarpfen (*Ctenopharyngodon idella*) erste positive Ergebnisse auch in der DDR erzielt worden. Obwohl es sich hier um Süßwasserfische handelt, können sie sich offenbar an Brackwasserverhältnisse gut anpassen. Der Silberkarpfen ernährt sich vom pflanzlichen Plankton, während der Amurkarpfen die festsitzenden Pflanzen frißt. Neben ihrer Bedeutung als Eiweißlieferanten können pflanzenfressende Fische, besonders der Silberkarpfen, möglicherweise zur Reinhaltung der Gewässer eingesetzt werden. Letztlich würden so die organischen Substanzen der Abwässer über die bereits erläuterten Remineralisierungsprozesse und über die Nahrungskette in Form von Fischfleisch wieder genutzt werden können.

Inzwischen sind auch die ersten Meeresfischarten unserer Breiten für die Aquakultur erschlossen worden. In Großbritannien gibt es erfolgreiche Versuche mit Scholle und Seezunge. In Hunterston wird das erwärmte Kühlwasser eines Kernkraftwerkes genutzt. Das mit 10 bis 23 °C anfallende »Abwasser« wird mit Seewasser gemischt, so daß die Fische ganzjährig optimale Wachstumsbedingungen haben. Die Larven entwickeln sich in Warmwasser bereits binnen drei Wochen, während normalerweise sechs bis sieben Wochen erforderlich sind. Die Marktgröße von 20 cm wird nach zwei Jahren erreicht, während in der freien Natur drei bis vier Jahre gebraucht werden. Die Larven werden, nachdem das Dotter aufgezehrt ist, mit dem kleinen planktonischen Salinenkrebs gefüttert. Die Nahrung der Setzlinge besteht aus Würmern, die im Seetang zu diesem Zweck gezogen werden. Die heranwachsenden Tiere werden mit Abfallprotein unter Zusatz von Alginaten gemästet.

Zu den traditionellen Objekten der Aquakultur gehört auch die Regenbogenforelle, eine von Natur aus an kühles



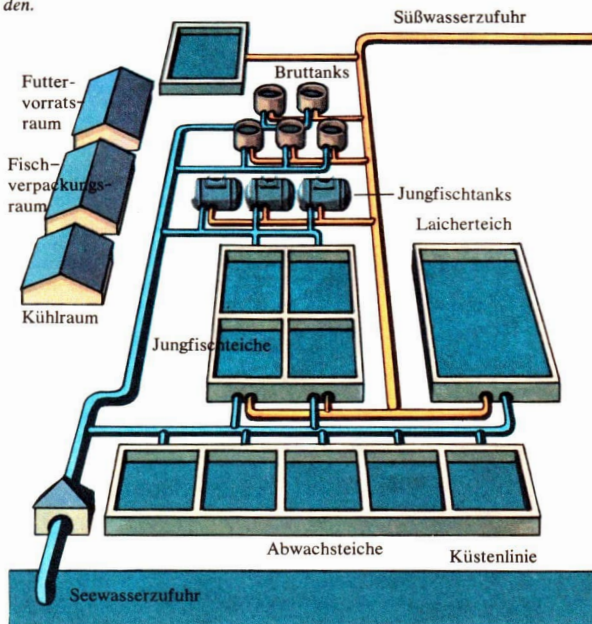
Netzgehege zur Aufzucht von Regenbogenforellen. Netzgehege können auf einfache Weise in vielen natürlichen Gewässern im Binnenland wie vor der Küste angelegt werden.

Wasser angepaßte Art. Sie stammt aus Nordamerika und ist in viele Gewässer gemäßigter Breiten vor allem Europas eingebürgert worden. Obwohl es sich um eine Süßwasserart handelt, kann die Regenbogenforelle, ähnlich wie Silberkarpfen und Amurkarpfen, an Brackwasser gewöhnt werden. Dabei sind sogar das Wachstum stimulierende Effekte zu verzeichnen. Der Futterquotient liegt bei der sehr lebhaften Regenbogenforelle mit 5 bis 8 (d. h. für 1 kg Zuwachs werden 5–8 kg Futter benötigt) recht hoch – Futterquotienten anderer Fischarten liegen bei 3 bis 4. Außerdem muß das Futter sehr eiweißreich sein. In großen Forellenfarmen werden zur Fütterung sogenannte Pellets verwendet, in denen alle erforderlichen Nährstoffe wohl- abgestimmt enthalten sind. Interessant sind positive Versuchsergebnisse, die im Dezember liegende Laichzeit vorzuverlegen. Zu diesem Zweck wurden das Tageslicht

abgeschirmt, die Wassertemperaturen verändert und Hormoninjektionen verabreicht. Schließlich ist es sogar durch verschiedene Einkreuzungen gelungen, eine Regenbogenforellenrasse zu züchten, die bereits im Oktober laicht.

Die Regenbogenforelle gehört zu den Objekten der Aquakultur, bei denen der gesamte Zyklus vom Ablaichen bis zur Mast in hohem Grade künstlich gestaltet wird. Die laichreifen Tiere werden »abgestrichen«, die so gewonne-

Industrielle Brackwasseranlage zur Forellenzucht. Der Vorzug, alle Wachstumsfaktoren genau steuern zu können, muß durch einen Aufwand beim Bau der Tanks, Bassins und Teiche erkauft werden.





Dieses Kreuzungsprodukt von Sterlet und Hausen vereint die Verträglichkeit des Sterlets auf Salzgehaltsschwankungen mit dem guten Wachstum des Hausens.

nen weiblichen und männlichen Geschlechtsprodukte werden zwecks Befruchtung gemischt. In mit Sauerstoff angereicherten Behältnissen erfolgt die Erbrütung der befruchteten Eier. In Vorstreckanlagen werden die kleinen Setzlinge herangezogen. In Teichen, Bassins und mehr und mehr in Netzgehegen werden sie bis zur Marktgröße gemästet. Netzgehegeanlagen sind wirtschaftlicher als künstliche Teiche und Bassins, da natürliche Wasserflächen als Standorte dienen.

Der Aquakultur sind unterdessen auch die Störartigen erschlossen worden. Diese Wanderfische laichen normalerweise im Süßwasser und ziehen zur Nahrungsaufnahme ins Meer. In der UdSSR gelang eine fischereilich interessante Kreuzung aus Sterlet und Hausen. Das

Kreuzungsprodukt zeichnet sich sowohl durch das gute Wachstum des Hausens als auch durch die hohe Verträglichkeit des Sterlets gegenüber Salzgehaltsschwankungen aus. Inzwischen ist der Hybrid auch außerhalb der Gewässer der UdSSR, so auch bei uns in der DDR, in Versuchsteichwirtschaften anzutreffen.

Aquakulturen von morgen

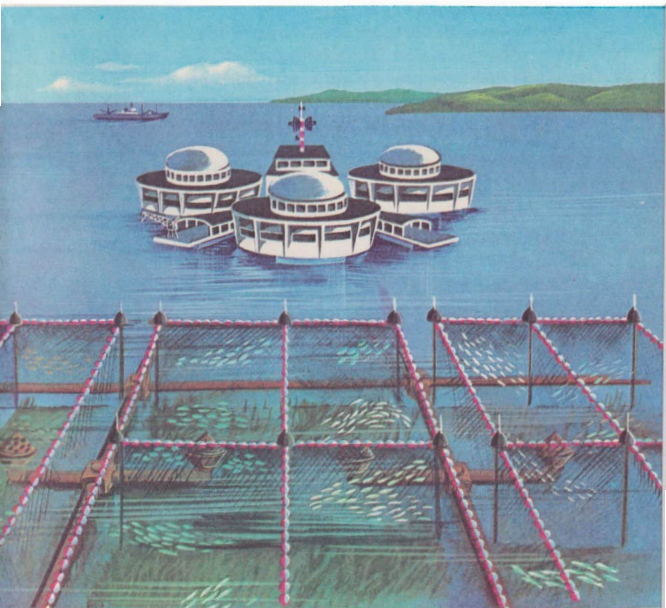
Welche Entwicklungstendenzen lassen sich bei der Intensivhaltung von Meeresorganismen absehen? Die Netzgehegeanlagen dürften sich weiterhin verbreiten und die Aquakultur zunehmend prägen. In seegangsgefährdeten Gebieten könnten derartige Anlagen auch am Grund oder absenkbar eingerichtet werden. Die Weiterentwicklung der Intensivhaltung durch Anwendung von Licht-, Schall- bzw. Elektrofeldern oder Luftblasenvorhängen zur Absperrung erfordert zunächst weitere Forschungen, ist aber deshalb künftig nicht auszuschließen. Selbst dressierte Seehunde oder Delphine als »Wachhunde« wären denkbar.

Parallel zu den Intensivhaltungen in natürlichen Gewässern ist die Errichtung industrieller Anlagen zu erwarten, die von Witterungseinflüssen weitgehend oder völlig unabhängig sind. Solche Systeme mit halbgeschlossenem oder geschlossenem Wasserkreislauf kommen vorerst für die Erbrütung sowie Aufzucht der Brut und Setzlinge in Betracht, künftig könnten sie in Regionen mit starker Wasserverschmutzung auch für die Mast erwachsener Tiere interessant werden. Alle lebensnotwendigen Faktoren, wie Sauerstoffgehalt, Temperatur, Licht oder Nahrungsangebot, werden hier optimal dosiert. Schadstoffe und Keime werden durch Filter, Ultraviolettbestrahlung oder biologischen Abbau entfernt bzw. unschädlich gemacht.

Zum Komplex industrieller Aquakulturen werden künftig auch Futterfabriken gehören, in denen Bakterien, Hefepilze oder Planktonalgen vermehrt werden. Diese Organismen bieten die Grundlage für ein reichhaltiges Sortiment an Futterpellets, in denen alle Nährstoffe, wie Eiweiße, Kohlenhydrate und Fette, sowie Vitamine und

Spurenelemente enthalten sind. Krankheitserreger, die in Intensivhaltungen leicht Epidemien hervorrufen, würden durch Beigaben von Antibiotika und anderen Medikamenten bekämpft. Die Hauptmethode zur Eindämmung von Krankheiten wird jedoch die Züchtung resistenter Formen der zu kultivierenden Nutztiere sein. Vorteilhaft ist eine Kopplung der Futterfabriken mit Anlagen zur Abwasserbehandlung. Die anfallenden organischen Verbindungen bzw. Nährsalze könnten als Grundlage für die biologische Futterproduktion dienen. Auch die erforderliche Wärme für eine intensive und ganzjährige Futterproduktion und

So etwa könnte eine Meeresfischfarm der Zukunft aussehen.



Nutztierzucht wird künftig in weitaus stärkerem Maße in Form des Kühlwassers von Kraftwerken bereitgestellt werden.

In tropischen Küstengebieten mit geringem Anfall nährstoffreicher Abwässer dürfte sogar eine Nährsalzgewinnung durch Emporpumpen des dort relativ oberflächennah anstehenden Tiefenwassers möglich sein. Eine Versuchsanlage auf Puerto Rico fördert bereits aus 800 m Tiefe Wasser, das 80 bis 200mal nährstoffreicher als Oberflächenwasser ist. Denkbar wäre die Koordinierung mit anderen Interessen, etwa die zwischengeschaltete Verwendung des emporgepumpten Tiefenwassers (Temperatur etwa 10 °C) in Klimaanlage oder zur Kühlung von Kernreaktoren, die hohen Pumpkosten würden sich dann auf mehrere Nutzer verteilen.

Die Nutzung des Meeres wird immer komplexer. Neben den bereits genannten Wirtschaftszweigen, die »Abwasser« und »Abfallwärme« liefern, wird auch die Rohstoffgewinnung aus dem Meeresuntergrund und aus dem Wasser selbst an Bedeutung gewinnen, werden Verkehrswirtschaft, Energiewirtschaft und Erholungswesen sich in enger Wechselwirkung mit dem Meer weiterentwickeln. Die Nahrungsgewinnung aus dem Meer durch sinnvoll regulierte Hochseefischerei und Bewirtschaftung einschließlich der industriellen Intensivhaltung wird zugleich einen größeren Beitrag zur Versorgung der Weltbevölkerung mit hochwertigem Eiweiß leisten müssen und können. Alle gegenwärtig noch bei der Nahrungsgewinnung aus dem Meer anstehenden Probleme – Überfischungsgefahr, Umweltverschmutzung, fischereipolitische Konflikte – sind letztlich auf gesellschaftlich-politische Ursachen zurückzuführen. Mit dem weiteren Erstarken der sozialistischen Gesellschaftsordnung verbessern sich die Voraussetzungen zur Lösung dieser Probleme. Gegenwärtig gilt es, auf der Basis der Prinzipien der friedlichen Koexistenz praktikable Teillösungen durchzusetzen, um schrittweise schließlich auch eine optimale Nutzung der Nahrungsressourcen des Meeres zu gewährleisten.

»akzent« – die Taschenbuchreihe
mit vielseitiger Thematik:
Mensch und Gesellschaft,
Leben und Umwelt, Naturwissenschaft
und Technik. – Lebendiges Wissen
für jedermann, anregend und aktuell,
konkret und bildhaft.

Weitere Bände:

Günther, Gebaute Umwelt

Kéki, 5000 Jahre Schrift

Krumbiegel, Tiere und Pflanzen der Vorzeit

Windelband, Woher der Mensch kam

Dorschner, Planeten - Geschwister der Erde?

Winde/Knoll, Schlagadern des Seeverkehrs

Kurze, Leichter als Luft