

## Bevölkerungsstatistik im Meer

Von Dr. Gotthilf Hempel, Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg

Wunsch der Fischerei und der Ernährungspolitiker ist es, möglichst hohe Erträge an Fischen und anderen Meerestieren auf rentable Weise zu gewinnen. Aus der Sorge um die Erhaltung der Fischbestände entwickelte sich mit dem Aufblühen der Dampferfischerei um die Jahrhundertwende die Fischereibiologie. Ihr wurde die Frage gestellt: „Treiben wir Raubbau an den Reserven des Meeres?“ Aber wie ist darauf Antwort zu finden, wenn wir nicht einmal die Stärke der Fischbestände kennen? Alle Angaben, die der Beantwortung dieser Frage dienen können, muß der Fischereibiologe indirekt gewinnen. Welche Wege hierbei vor allem in jüngster Zeit beschritten werden, legt der nachstehende Aufsatz dar.



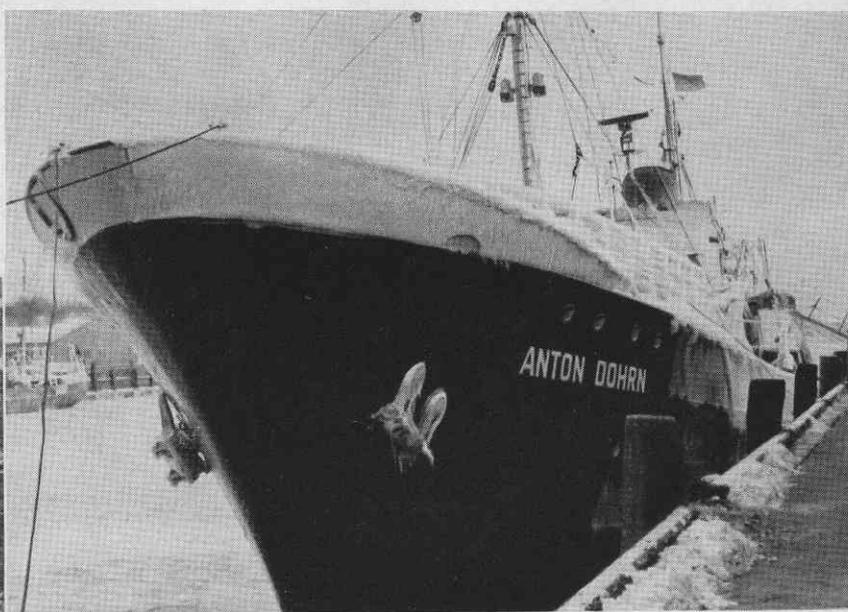
Eine wesentliche Grundlage für die Ermittlung der Fischbestände der See liefert die Anlandungsstatistik der Fischmärkte. Sie teilt mit, welche Mengen der einzelnen Fischarten von den verschiedenen Fangplätzen zum Markt gelangen. Auch wird die Zahl der Fangtage, der „fischereiliche Aufwand“ registriert, der zur Gewinnung dieser Erträge erforderlich war. So erhält man einen groben Überblick über den Fischreichtum der einzelnen Fanggebiete. Nun gilt es, eine größere Anzahl von Fischen auf dem Fischmarkt zu untersuchen. Gewicht, Geschlecht und Reife der Geschlechtsorgane sowie die Bestimmung des Alters nach den Jahresringen der Gehörsteine (Otolithen) oder der Schuppen geben Auskunft über die Zusammensetzung der Anlandung.

Aber über die Größe und die Zusammensetzung des gesamten Fanges, so wie er vielleicht unter Island oder im Englischen Kanal an Deck eines Fischdampfers kam, erfahren wir durch die Arbeit auf dem Fischmarkt noch nichts Sicheres. Kleine Fische und auf dem Markt nicht gefragte Arten werden nach dem Fang wieder ins Wasser geworfen (Bild 2). Je besser die Erträge sind, desto

scharfer wird die Auslese sein, denn der Kapitän will dann seinen Fischraum nur mit wertvollen Fischen füllen. Die meisten der aussortierten Fische sind tot, sie müssen auf das Konto der „fischereilichen Sterblichkeit“ gebucht werden, auch wenn sie in keiner Anlandungsstatistik auftauchen. Aufgabe des Fischereibiologen ist es, diesen Anteil des Fanges auf Fahrten mit Fischdampfern, Heringsloggern und Kuttern sowie auf Forschungsschiffen zu bestimmen.

Ein vollständiger Überblick über den Altersaufbau des betreffenden Fischbestandes läßt sich aus einzelnen Fängen nicht gewinnen. Engmaschige Netze haben einen hohen Schleppwiderstand, vor ihnen entkommen schnellschwimmende Formen, am leichtesten die größten und damit kräftigsten. Durch die großen Maschen der gebräuchlichen Fischernetze schlüpfen dagegen die Jungfische und viel mehr von den schlankeren, kleineren Männchen als von den Weibchen. Über den Einfluß der Maschenweite, der „Selektivität“ der Netze, sind auf dem neuen deutschen Fischereiforschungsschiff „Anton Dohrn“ (Bild 1) im ver-

Bild 1: Fischereiforschungsschiff „Anton Dohrn“ → nach der Heimkehr von einer Winterreise nach Nord-Norwegen.



←

Bild 2: Nur wenige Fische überleben den Fang, selbst wenn sie unmittelbar danach ins Meer zurückgeworfen werden, wie diese Jungfische. Viele treiben hilflos an der Oberfläche und werden ein Opfer der Möwen, die jedem Fischdampfer folgen.

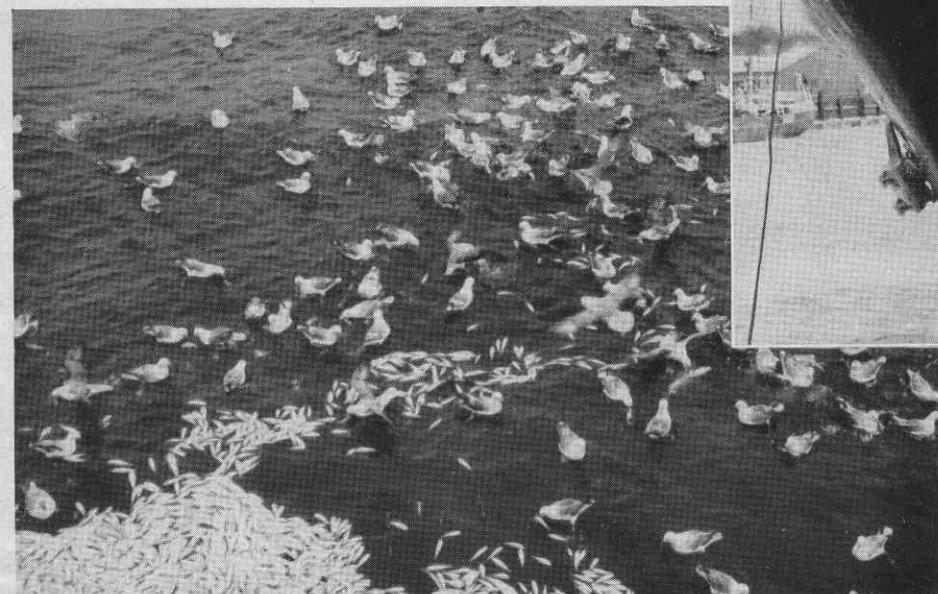


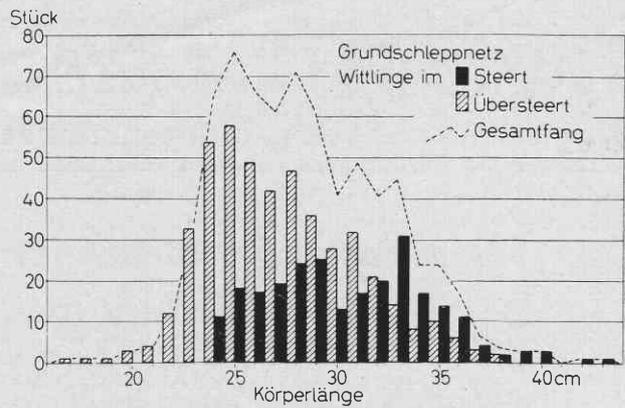


Bild 3: Heringsnetz mit dem „Übersteert“. Durch die engen Maschen des Übersteerts mit den kleinen Fischen erkennt man die großen Fische im Normalsteert. Die beiden Fänge werden getrennt aufbewahrt, gezählt und gemessen. Mit normalen Netzen werden die kleinen Fische, die hier zur Ermittlung der Bestandszusammensetzung erfaßt werden, nicht gefangen. Weite Netzmaschen stellen somit eine wirksame Schonung der Jungfische dar.

gangenen Sommer eingehende Versuche angestellt worden. Der in der Fischerei gebräuchliche Netzbeutel (Steert), in dem sich der Fang sammelt, steckte dabei lose in einem zweiten, feinmaschigen Sack (Übersteert). Er hielt alle die Fische fest, denen es gelang, durch die Maschen des Steerts nach außen zu schlüpfen (Bild 3). In den Labors an Bord wurden anschließend alle Fische aus Steert und Übersteert getrennt gezählt und gemessen (Diagramm). So wird der Anteil bestimmt, der normalerweise aus dem Schleppnetzbeutel entweicht.

Es liegt aber nicht an den Fangmethoden allein, daß der Einzelfang nicht repräsentativ für den Fischbestand ist. Hierfür liefern die Seelachs- und die Heringsfischerei Beispiele. Fischdampfer, die auf engbegrenztem Gebiet Tag und Nacht auf Seelachs fischen, haben oft stark schwankende Erträge, und nicht allein die Fangmenge ändert sich mit fortschreitender Tageszeit, sondern auch die Fangzusammensetzung. Während tagsüber die großen Seelachse im Grundsleppnetz vorherrschen, sind es nachts die jungen, kleineren Fische. Ein einzelner Fang muß in solchem Falle ein falsches Bild von der Alterszusammensetzung des Fischbestandes liefern. Wie kommt es zu solchen Schwankungen?

Bild 4: Während im Spätsommer auf dem Fladengrund (nördl. Nordsee) Heringe vorherrschen, bilden im Frühjahr Schellfischartige (hier Wittling und Kabeljau) den Hauptertrag.



Anteil der im Normalsteert gefangenen größeren und der in den Übersteert gelangten kleineren Wittlinge (Schellfischartige) und der Gesamtfang auf dem Forschungsschiff „Anton Dohrn“.

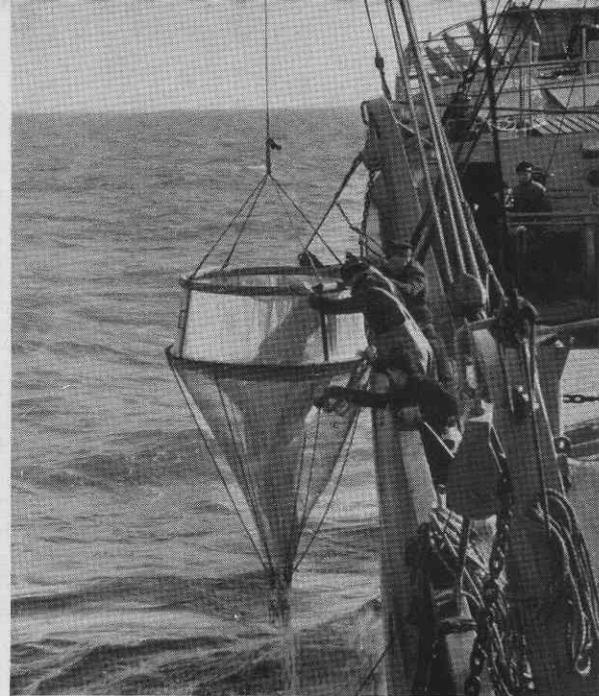
U. Schmidt konnte mit Hilfe von Echolotaufzeichnungen zeigen, daß die Seelachse ähnlich wie die Heringe tagesperiodische Freßwanderungen zwischen dem Meeresboden und höheren Wasserschichten unternehmen. Der Rhythmus der jungen Tiere ist dabei gegenüber dem der alten verschoben: Während diese am Grunde stehen und vom Schleppnetz erfaßt werden können, schwimmen jene im freien Wasser. — In mehreren Fangperioden studierte Richardson die Veränderungen der Fangzusammensetzung in einer englischen Heringsfischerei. Es zeigte sich, daß die älteren Tiere vor den jüngeren auf dem Laichplatz eintreffen und unter ihnen wieder zuerst die kräftigsten und größten. Die wandernden Schwärme stellen durchaus kein gutes Gemisch aller im Heringsvolk vorkommenden Alters- und Längengruppen dar. Es findet eine Trennung in Schwärme jeweils etwa gleichaltriger und gleichkräftiger Tiere statt. Man muß also eine große Anzahl von Fängen nehmen, die räumlich und zeitlich entsprechend den biologischen Gegebenheiten der einzelnen Fischarten verteilt sind, will man von den Fischbeständen ein gutes Bild gewinnen (Bild 4). Den deutschen Anteil an dieser internationalen Zusammenarbeit zu leisten, ist eine Hauptaufgabe des FFS „Anton Dohrn“.

Für die Abgrenzung der einzelnen Bestände muß systematisch untersucht werden, ob beispielsweise die Heringe vom Laichgebiet des Englischen Kanals und von der Doggerbank verschiedenen geographischen Rassen angehören. Zwar lassen sich bei der Untersuchung größerer Proben verschiedener Herkunft statistisch gesicherte Unterschiede in den Mittelwerten der Wirbelzahl und anderer Merkmale feststellen. Aber sind das echte, erblich gebundene Rassenunterschiede oder entstehen sie durch die verschiedenen Aufwuchsbedingungen? Hier muß das Experiment klären. Herings-eier gleicher Herkunft müssen unter konstanten Umweltsbedingungen aber bei verschiedener Wassertemperatur erbrütet werden (Bild 5). Es steht zu hoffen, daß in den im Bau befindlichen Aquarien der Biologischen Anstalt auf Helgoland so erbrütete Larven aufgezogen werden können. Alle derartigen Untersuchungen scheiterten bisher daran, daß die Larven nach der Resorption des Dotters und vor Ausbildung der Wirbelsäule eingingen. Weisen die Tiere dann Unterschiede in der Wirbelzahl auf, so kann man einen Einfluß der Erbrütungs- und Aufzuchttemperatur annehmen. Die Natur liefert uns



Bild 5: Künstliche Besamung von Heringseiern („Rogen“) auf dem Fischereischutzboot „Meerkatze“. Die Eier wurden unter häufigem Wasserwechsel bei kontrollierter Temperatur erbrütet. Die Zahl der Muskelsegmente (Myomeren) erwies sich als temperaturabhängig. Derartige Zahlen wurden bisher als erbliche Rassenmerkmale zur Trennung der Heringsstämme herangezogen. Eine weitere Aufzucht bis zur Ausbildung der Wirbelsäule gelang bisher nicht.

Bild 7: Mit dem Helgoländer Larvennetz aus Seiden- oder Perlon-gaze werden die größeren Planktonorganismen einer senkrechten Wassersäule von  $1\frac{1}{3}$  m<sup>2</sup> Grundfläche gefangen. →



ein solches Großexperiment zur Frage der Temperaturabhängigkeit der Wirbelzahl. Die Wassertemperatur in den Aufwuchsgebieten der Heringsbrut ist in den einzelnen Jahren verschieden. Eingehende Untersuchungen zeigten, daß die Mittelwerte der Wirbelzahlen der gefangenen Heringslarven von Jahr zu Jahr variieren.

Blaxter (Aberdeen) gelang es, Herings„milch“, das Sperma, durch Tiefgefrieren in Kohlensäureschnee über mehrere Monate befruchtungsfähig zu halten. So sind Kreuzungsversuche zwischen Heringen von verschiedenen Laichplätzen möglich geworden.

Wir waren bei unserer Betrachtung des Arbeitsgebietes der Fischereibiologie ausgegangen von der Frage nach dem Einfluß der Fischerei auf einen Fischbestand. Das ist ein typisches Problem der Bevölkerungsstatistik und der Populationsdynamik. Tatsächlich fehlt es nicht an Versuchen, die Frage theoretisch durch das Aufstellen mathematischer Formeln zu lösen. Aus ihnen läßt sich nach Einsetzen der als Konstanten gedachten Werte für Nachwuchs, Wachstum, natürliche und fischereiliche Sterblichkeit u. a. m. die weitere Entwicklung des Bestandes ablesen. Wir sahen aber, daß nicht einmal die fischereiliche Zehrung mit Sicherheit aus den Anlandungsstatistiken hervorgeht und daß es aus methodischen und biologischen Gründen noch schwieriger ist, die Bestandszusammensetzung oder gar die Bestandsgröße im

Zeitpunkt der Untersuchungen zu bestimmen. Ein Fischbestand ist darüber hinaus wie ein Volk keine konstante Größe. Dem Zuwachs durch Nachwuchs und durch Zuwanderung aus anderen Beständen stehen die Verluste durch die natürliche Sterblichkeit, die Fischerei und die Abwanderung gegenüber.

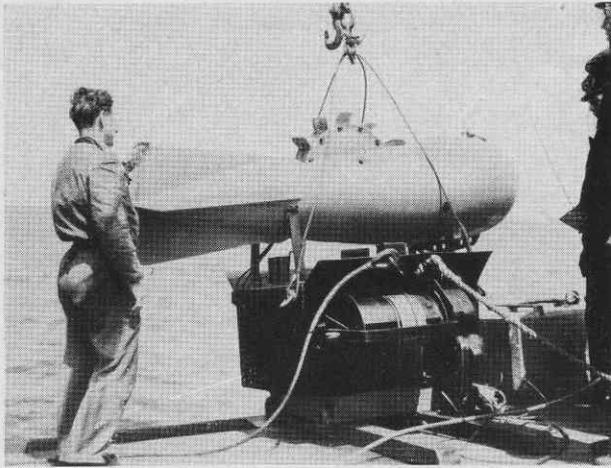
Wir müssen durch Kenntnis dieser Größen Bestandsveränderungen, die durch scharfe Fischerei bedingt sind, von natürlichen Fluktuationen unterscheiden. Vom Standpunkt der Wissenschaft und der Fischereipraxis interessiert daneben die Wachstumsgeschwindigkeit, d. h. das Gewicht der Fische auf verschiedenen Altersstufen. All dies sind Größen, die eng voneinander und von den Umweltbedingungen abhängen.

Das Geschlechtsverhältnis, d. h. die Häufigkeit der Weibchen im Fischbestand und die Bestimmung der Eizahl verschieden großer (alter) Tiere, wird zur Abschätzung des Nachwuchses herangezogen (Bild 6). Die Stärke der Nachwuchsjahrgänge hängt aber nicht nur von der Stärke des Laichbestandes und von der Eizahl ab, die beim Heringsweibchen etwa 30 000, bei der Scholle aber bis zu 500 000 Eier pro Saison beträgt. Entscheidend ist, ob die anfangs kaum zu einer eigenen Fortbewegung fähigen Larven von den Meeresströmungen in Gebiete reichen Planktons und damit guten Futterangebots an jungen Krebslarven geführt werden. So haben Planktonuntersuchungen große fischereibiologische Bedeutung. Bild 7 zeigt das „Helgoländer Larvennetz“, dessen Fangmenge Rückschlüsse auf den vorhandenen Planktonbestand zuläßt. Fangmenge und Fangzusammensetzung werden nach erster, grober Abschätzung später im Labor genau bestimmt.

Die Wanderungen der erwachsenen Heringe und die Lage der Laichplätze sind ebenfalls stark vom wechselnden Verlauf der Meeresströmungen abhängig, die immer wieder eingehend studiert werden (Bild 8). Durch die Markierung von mehr als 100 000 Heringen wurde in den letzten Jahren von Fridriksson und Aasen untersucht, in welchem Umfange es bei Wanderungen zu einem Austausch zwischen den Laichstämmen an der isländischen Südküste und in den südwest-norwegischen Gewässern kommt. Ein Austausch zwischen Fischbeständen verschiedener Meeresteile kann lokale Schädigungen durch Fischerei oder ungünstige Lebensbedingungen wenigstens z. T. ausgleichen. Es kann aber auch auf diese Weise



Bild 6: Bei den Plattfischen lassen sich die Geschlechtsdrüsen im durchfallenden Licht erkennen. Bei den meisten anderen Fischen muß zur Geschlechtsbestimmung die Leibeshöhle aufgeschnitten werden.



*Bild 8: Der Schaufelrad-Strommesser wird für mehrere Wochen in bestimmter Tiefe im Meer frei drehbar verankert. Er registriert durch regelmäßige Photographie des Zählwerks am Schaufelrad und eines Kompasses Geschwindigkeit und Richtung des Stromes in der betreffenden Tiefe.*

Bilder 2, 4, 5, 6, 7: Hempel; 1, 3 Meßtorff; 8 DHI.

die Überfischung eines Bestandes vorgetäuscht werden. Stellen wir in einem Fischbestand eine starke Verjüngung fest, ohne daß der Bestand an Jungfischen deutlich dichter wurde, so besteht der Verdacht, daß die älteren, großen Fische in zu starkem Maße der Fischerei zum Opfer fielen. Oder kam es z. B. bei der Heringsfischerei an der ostenglischen Küste zu einem Abwandern der alten Jahrgänge? In den letzten Jahren waren die Erträge an alten Fischen dort gering. Im glei-

chen Zeitraum wurden aber in der nördlichen Nordsee große Ansammlungen alter Heringe angetroffen.

Die Wachstumsgeschwindigkeit hängt nicht allein von der erblichen Konstitution ab. Daß Menge und Zusammensetzung des Futters ebenfalls entscheidend für das Wachstum sind, gilt für Bodentierfresser wie Scholle ebenso wie für den planktonfressenden Hering. Bekannt ist z. B. die Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit bei Schollen von der Bestandsdichte, die in der Nord- und Ostsee von der Fischerei stark beeinflusst wurde. *Bückmann* hat durch Versuche in Aquarien zeigen können, daß für diese Abhängigkeit aber nicht nur die angebotene Nahrungsmenge entscheidend ist. Bei gleichem Futterangebot pro Tier war in einem mittleren Bestand die Gewichtszunahme der Scholle besser als in sehr dichtem Bestand, in dem sich die Tiere beim Fressen zu stören scheinen.

Basis für jede Prognose über die Entwicklung der Fischereierträge muß also eine umfassende Kenntnis der Biologie der Nutzfische sein und darüber hinaus die allgemeine Erforschung der Lebensvorgänge und Lebensbedingungen im Meer. So ist es zur Selbstverständlichkeit geworden, daß auf dem Fischereiforschungsschiff Ozeanographen, Zoologen, Mikrobiologen und Fischereibiologen zusammenarbeiten. Wirtschaftlich unmittelbar wertvolle Ergebnisse, wie die Entdeckung bisher unbekannter, reicher Fischgründe oder die Erprobung neuer Netzmaterialien aus Kunststoffen, stehen neben Untersuchungen am Plankton und der Bodenbesiedlung, über die Meeresströmungen und die Verbreitung der in Temperatur, Salzgehalt und Lebewelt verschiedenen Wasserkörper. DK 639.22