Schriften

des

Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein.

Bogen 15—18. **Band XIII Heft 2.** **1905.**

Seite 221—284. (Erste Lieferung von Heft 2.)

Vorstand: Geh. M.-R. Prof. Dr. **V. Hensen,** Präsident; Prof. Dr. **L. Weber,** Erster Geschäftsführer; Prof. Dr. **Benecke,** Zweiter Geschäftsführer; Oberlehrer Dr. **Heyer,** Schriftführer; Stadtrat **F. Kähler,** Schatzmeister; Lehrer **A. P. Lorenzen,** Bibliothekar; Amtsger.-Rat **Müller,** Prof. Dr. **Biltz,** Oberlehrer Dr. **Langemann,** Prof. Dr. **Schneidemühl,** Beisitzer.

Abhandlungen. — Jubiläum. — Sitzungsberichte.

Inhalt der Abhandlungen: V. Hensen: Die Biologie des Meeres. — L. Siegfried: Spuren im Sande. — M. Oberg: Neue Resultate über Plankton-Copepoden. — Jubiläumsbericht.

Die Biologie des Meeres.

Rede am Stiftungsfest des naturwissenschaftlichen Vereins.

Gehalten von **V. Hensen.**

Wenn eine wissenschaftliche Untersuchung begonnen wird, geschieht das meistens, weil eine Reihe von Tatsachen Interesse erregen und dabei Fragen über ihren Zusammenhang erwachsen, die bisher noch ungelöst waren, für die man aber den Weg zur Beantwortung zu erkennen meint. Dann verknüpft sich jenes Interesse und der Wunsch, einen Pfad in noch unerkanntes Gebiet zu entdecken, miteinander, und ermutigen zum Nachforschen. Bei den, die Untersuchung vorbereitenden Überlegungen helfen Erinnerungen an sonstige bezügliche Tatsachen, die, sei es durch eigene Forschungen, sei es durch Forschungen Anderer bekannt geworden sind.

Ich beabsichtige, Sie zunächst einmal solchen Gang durch ein weit ausgedehntes Gebiet mit mir gehen zu lassen, indem ich Sie an Ihnen im grunde bekannte Tatsachen erinnere, nur hin und wieder Ihr Wissen ergänzend. Ich führe Sie dann zur Fragstellung

und wenn wir endlich den Pfad zur Beantwortung der entdeckten Frage gefunden haben werden, darf ich Sie bitten, die Wanderung auf diesem Pfade mit mir zu beginnen.

Es ist bekannt, daß die Wasseroberfläche der Erde etwa zweimal größer ist, als deren feste Oberfläche. Ein Acker oder überhaupt ein Feld bringt um so mehr hervor, je größer seine Oberfläche ist, ein Gleiches wird doch wohl von der Meeresoberfläche gelten müssen! Es entsteht sofort die Frage, wie sich eigentlich das Verhältnis der Produktion zwischen Land und Meer stelle? Tatsächlich gewinnen wir sehr viel weniger an lebender und gewachsener Materie aus dem Meer, als es dem Verhältnis seiner Fläche zur Festlandfläche entspricht. Die ganze Meeresfläche liegt zur Befischung frei, aber deren Ertrag erweist sich als zum größeren Teil nicht lohnend. Diese Erfahrung ist aber nicht beweisend, weil das Fischen im Ozean auf nicht überwundene Schwierigkeiten stößt; wir müssen also weiter überlegen. Die Triebkräfte für das Gedeihen der Pflanzen, die ja die Urnahrung der Tiere sind, kennen wir, es sind: Sonnenlicht und Wärme, sowie Regen und Wind. Diese sind also im ganzen für Land und Meer die gleichen. Das Land kann aber heißer und kälter als das Meer werden, ein Umstand, der eher ein Hemmnis, als eine Förderung für das Gedeihen der Pflanzenwelt auf dem Lande ist. Das Meer ist aber noch dadurch begünstigt, daß in ihm Dürre nicht eintreten kann, und daß alle Abflüsse vom Lande ihm noch extra Pflanzendüngstoffe zuführen. Danach müßte also die Erzeugung des Meeres noch günstiger sein, als die des Landes. Diesen Eindruck hat man, wie schon gesagt, durchaus nicht, aber das könnte ja täuschen. Wir müssen streben noch tiefer in die Verhältnisse einzudringen, indem wir zu finden versuchen, welcher Unterschied denn eigentlich zwischen der Erzeugung des Festlandes gegenüber der des Meeres besteht.

Das wilde Meer kann natürlich nur mit dem, von menschlichen Kultureingriffen noch unberührtem Festland verglichen werden. Es ist nicht schwer sich den Zustand des letzteren zu vergegenwärtigen. Über das Verhalten des Festlandes in der kalten Zone orientiert u. a. der Bericht von Sverdrups Neulandfahrt recht gut. Es finden sich an etwas geschützten Stellen neben niedrigem Gestrüpp, Moosen, Gräsern und einigen Blumen, sonst nur die Tundra mit ewig gefrorenem Untergrund. In etwas gemäßigterem Klima treten Nadelholzwälder, Wiesen, Haideflächen und Moore

auf. Die Regionen unseres Klimas waren durch Wälder, die hauptsächlich aus Laubholz bestanden, dicht bedeckt. Daneben und darin fanden sich Prärien, Wiesen, Haideflächen und Moräste, die Ufer der Flüsse dicht überzogen von Schilfarten. In den Tropen war die größte Fläche Urwald, daneben finden sich Jungeln, Röhricht, Sümpfe und Wüsten. Wir haben uns also den überwiegenden Teil des wilden Festlandes mit einer sehr massenhaften, meistens perennierenden Pflanzenwelt bedeckt zu denken. Die Tierwelt dieser Oberfläche kann ihrer Masse nach nur indirekt geschätzt werden. Die höheren Tiere leben von einer gewissen Quote kleinerer Tiere. Namentlich ist die Quote, die der Mensch sich, seiner höheren Intelligenz entsprechend, entnimmt, relativ groß. Die vagierenden, noch nicht Ackerbau und Viehzucht treibenden Wilden gestatten daher einen Rückschluß auf die Maximalproduktion der unkultivierten Erde. Wir wissen, daß die Eskimos, die Wilden Brasiliens, die Buschmänner Afrikas, die Australneger und die Feuerländer, also die Wilden aller Breitengrade ihr Gebiet außerordentlich spärlich bevölkerten. Durchaus nicht wählerisch in ihrer Nahrung, waren sie doch z. T. auf die Wasserbewohner angewiesen. Trotzdem trat periodisch bei ihnen Not ein und sie pflegten daher die überschüssigen Greise und Kinder auszumärzen, auch fraßen sich die Stämme gegenseitig, was beides, nebenbei gesagt, ein Fortschritt gegenüber der Affenwelt ist. Die Nahrungstiere waren also entsprechend selten, daher kann auch die niedere Tierwelt nicht sehr reichlich vertreten gewesen sein, da von ihr ein Teil der höheren Tiere zu leben hat. Das Vorkommen enormer Mengen von Herdentieren, z. B. der Büffel, darf in diesem Urteil nicht irre machen, denn die von solchen Herden benutzte Oberfläche war gleichfalls außerordentlich groß. Ein Vergleich mit der Tiermasse, die sich jetzt auf der kultivierten Oberfläche des Festlandes vorfindet, zeigt den Wert der bahnbrechenden menschlichen Intelligenz so deutlich, daß man den Wert rein physischer Arbeit, die auch der wilde Mensch bis zur Erschöpfung leistet, nicht so sehr hoch einschätzen sollte.

Diese kursorische Betrachtung ergibt, daß das wilde Land einen sehr großen Bestand an Pflanzen bei einer verhältnismäßig geringen Tierbevölkerung trug. Dem gegenüber wird nun die völlig andere Art des Lebensgetriebes im Meer sehr deutlich hervortreten.

Seegras (Zostera), Tange und moosartige Gewächse finden sich überall dort im Meere, wo sie festen Fuß fassen können und wo die Tiefe noch gering genug ist, um Licht hinunter dringen zu lassen. Diesen Bedingungen genügen nur gewisse Küstenstrecken, deren Fläche aber verschwindend klein ist, gegenüber der ganzen ozeanischen Meeresfläche. Wie unser Mitglied, Herr Professor Reinke nachgewiesen hat, ist diese Bewachsung in der Ostsee noch von einiger Bedeutung, aber schon in der Nordsee stehen deren wenige felsigen und daher bewachsenen Küsten ganz zurück, gegenüber der nicht bewachsenen Fläche dieser so fischreichen Meeresbucht. Es kommen allerdings erhebliche Mengen der genannten Wasserpflanzen treibend vor: ein Beispiel dafür ist das Sargasso, in dem nach diesem Kraut benannten Sargassosee des atlantischen Ozeans. Dabei handelt es sich um Pflanzen, die ein wild erregtes Meer von ihrem Standort, dem Golf von Mexiko, losgerissen hat, die dann mit dem Golfstrom vertreiben und endlich, gleichsam als Abschaum desselben, in stille Meeresteile abgeworfen werden. Während der Planktonexpedition fischten wir auf einer etwa 200 deutsche Meilen langen Strecke die in Richtung des Golfstroms in der Sargassosee durchfahren wurde, sehr viele Sargassobüschel. An diesen zeigte sich nirgends ein Wachstum, dagegen fanden sich immer absterbende Teile. Daher unterliegt es keinem Zweifel, daß alle die in der Sargassosee treibenden, bezüglichen Pflanzen im langsamen Absterben und im Untergang begriffen sind. Sie halten sich nur scheinbar, weil immer neue Pflanzen hingetrieben werden. Ihre Krankheit ist, daß sie von ihrer Wurzel, oder richtiger gesagt, von ihrer Haftscheibe, mit der sie an Steinen festgehalten wurden, abgerissen sind. — —. Die Wurzeln der Landpflanzen dienen dazu, Wasser und Salze aus dem Boden aufzusaugen; dessen bedürfen die Meerespflanzen nicht, weil sie ganz in Wasser und Salze eingetaucht sind. Zweitens aber halten die Wurzeln die Pflanzen an ihrem Standort fest, so daß immer neue, ernährende Luft, immer neues Wasser, mit den sparsam in ihm enthaltenen Nährstoffen an ihnen vorbei getrieben wird. Die treibenden Pflanzen verbleiben dagegen in nahe derselben Wassermasse, die allmählig zu spärlich gewordenen Nährstoffe genügen nicht mehr, und sie müssen verhungern.

Diese Erfahrung weist auf den wichtigsten Unterschied zwischen Land und Meer hin, und der ist, wie Sie meine Damen

und Herren ganz genau wissen, der: daß das Meer keine feste Oberfläche hat, die Pflanzen sich daher nicht festsetzen können. Dieser Umstand ist bestimmend für die Erzeugung der Urnahrung im Meer, also für das gesamte Pflanzenleben der Hochsee. Die Frage der Pfadfindung wäre damit vorläufig gelöst, sie lautet: wie paßt sich das Pflanzenleben der Hochsee der genannten ungünstigen Bedingung an?

Sie alle kennen wahrscheinlich den Fall, von dem man sagt: das Wasser blüht! Es zeigt sich dann in stillen Buchten mit brakischem Wasser die Oberfläche mit einer grünen Schicht überzogen, die aus kleinen Kügelchen oder auch Fäden besteht, die alle so klein sind, daß erst das Mikroskop sie deutlich erkennen läßt. Auch hier im Hafen habe ich einmal einen graugelben Pflanzenbelag gesehen; in der Regel hindert der Wellenschlag sein Auftreten. Dann ist das ganze Wasser erfüllt von solchen Pflanzen niederer Art. Die ausgehängte Tafel zeigt einige dieser mannigfaltigen, stark vergrößert abgebildeten Formen.

Alle diese Pflanzen sind sehr klein. Die Mathematik lehrt, daß, je kleiner ein Würfel oder eine Kugel ist, desto größer ist dessen Oberfläche im Verhältnis zum Inhalt. Der sehr kleine Nahrungsbedarf dieser mikroskopischen Organismen dringt leicht durch deren relativ große Oberfläche, daher können so kleine Pflanzen in einer wenig veränderten Wassermasse treiben ohne zu verhungern; um so mehr, als die Nährsubstanzen durch kleine Strecken leicht genug diffundieren. Dazu kommt, daß manche dieser Pflanzen einen Teil ihres Inhalts auf die Oberfläche ihres Körpers ergießen können, andere ihre Oberfläche durch lange hohle Fortsätze vergrößert haben. Andere endlich haben bewegliche Geißeln, die wie Ruder wirken und mit deren Hilfe sie fortwährend in frisches Wasser hinein zu schwimmen vermögen. Für größere Pflanzen ist diese Art der Fortbewegung nicht verwirklicht worden, auch finden sich keine Pflanzen, die nach Art der Wasserlinsen der Süsswasserteiche an der Oberfläche schwimmend, ihre Wurzeln in das Wasser treiben. Weshalb das im Salzwasser nicht vorkommt, verstehe ich zwar nicht, aber es ist Tatsache und muß sich aus der Organisation der Pflanzen erklären. Es kommt ferner zur Geltung, daß die ozeanischen Wellen die Pflanzen periodisch tief untertauchen, wobei dann die luftführenden Teile höherer Pflanzen mit Wasser gefüllt werden, so daß z. B. Holz schließlich untersinkt.

Auch werden größere Pflanzen mit kalkschaligen Tieren bewachsen wodurch sich gleichfalls ihre Schwimmfähigkeit mindert.

Die Tierwelt des Meeres ist zu scheiden in Luftbewohner, Bodenbewohner und vagierende Tiere. Die Luftbewohner, die sich von Meeresprodukten ernähren und deren Masse nicht unbedeutend ist, interessieren hier nicht. Die Bodenbewohner sitzen teils fest, wie die Korallenarten, teils sind sie auf Kriechen am Boden angewiesen, wie Schnecken, Würmer, Schlangensterne und Ähnliches, teils bewegen sie sich suchend über den Boden hin, wie manche Fische und höhere Krebsarten. Das sehr zahlreiche Vorkommen von Flohkrebsen am Meeresgrunde hat der Fürst von Monaco durch Versenken von, mit Köder versehenen, Reusen in sehr große Tiefen nachgewiesen. Von Küstenpflanzen leben nur sehr wenige Tiere. Für etwas weiter blickende Forscher war es daher ein Rätsel, wie die Bodentiere in der lichtlosen Tiefe, wo jegliche nicht von anderen Organismen lebenden Pflanzen ausgeschlossen sind, sich zu ernähren vermögen. Unser Ehrenmitglied, der hochangesehene Prof. Karl Möbius hat über die Frage: wo kommt die Nahrung der Tiefseetiere her? eine dahin gehende Ansicht veröffentlicht, daß die Flüsse deren Nahrung in die Tiefe brächten. Daran ist vielleicht etwas Richtiges, indessen ist bisher ein direkter und so weit reichender Einfluß dieser Art nicht nachgewiesen.

Es hatte vor etwa 60 Jahren der ausgezeichnete Forscher Johannes Müller gefunden, daß man mit sehr dichtem Kätscher von der Oberfläche des Meeres eine Menge kleiner Tiere und Pflanzen fangen könne, die ein interessantes Formenstudium gewährten. Er bezeichnete diese Fänge scherzweise als „philosophischen Dreck", weil eben nur Naturphilosophen darin Interessantes schienen finden zu können. Seit dieser Zeit haben sich sehr viele Forscher mit diesem Material beschäftigt, aber es steht, glaube ich, fest, daß dessen große, allgemeine Bedeutung für das Leben im Meer erst durch mich erkannt worden ist. Die Organismen in dieser, durch schonend gezogene Netze fangbaren Masse sind so klein, daß ihre Eigenbewegung gegenüber den Bewegungen der Strömungen und der Wellen nicht in Betracht kommt. Die Massen treiben also im Wasser, so daß man sie als das Treibende oder mit technischem Ausdruck als „Plankton" bezeichnen kann. Einige der Tierformen sind auf den ausgehängten Tafeln gezeichnet.

Das Meer birgt, seiner Größe entsprechend, die größten Tierformen der Erde, die Wale. Von da aus findet sich eine Folge

aller Größen, denn die größeren Tiere leben, soweit sie nicht Parasiten sind, von kleineren, diese wieder von noch kleineren u. s. w. Diese Stufenfolge der Kleinheit findet dadurch ihre Grenze, daß mehr oder weniger frühzeitig auch die Pflanzen zur Nahrung herangezogen werden. Diese können sich nicht wehren, daher brauchen sie kaum kleiner zu sein als die Fresser, und damit hört die Stufenfolge der Kleinheit auf.

Von den vorhandenen Nahrungsmassen wird nicht mehr aufgezehrt werden, als gestattet, daß noch genug restiert, um dem Fresser immer noch die Gewinnung seines periodischen Nahrungsbedarfs zu ermöglichen. Es muß daher notwendig eine gewisse Proportionalität zwischen der Masse der Fresser und der Masse ihrer Nahrungsorganismen vorhanden sein, denn sobald die Proportion einmal gestört werden sollte, würden je nachdem, entweder die Fresser durch die Not abnehmen und deren Nahrungsorganismen wegen verminderter Konkurrenz durch ihresgleichen sich stärker vermehren, oder das Umgekehrte fände statt; immer wird die Proportionalität bald wieder hergestellt sein. Auch in einer anderen Richtung muß sich eine mittlere Konstanz der Zustände vorfinden. Ein Mensch verzehrt im Jahreslauf etwa zwanzig Mal sein Gewicht an Nahrung. Es muß also jährlich diese Masse Nahrung zur bequemen Disposition stehen, wenn die Anzahl der Menschen konstant bleiben soll. Die Bevölkerung des wilden Meeres muß im Laufe der Jahrtausende annähernd und im Durchschnitt einiger Jahreserzeugungen konstant geworden sein, daher muß auch die Erzeugung der Nahrung für die einzelne Tierart solche mittlere Konstanz gewonnen haben. Der mittlere Nahrungsverbrauch einer einzelnen Tierart, z. B. eines Fisches, kann wissenschaftlich ermittelt werden, indem sein Stoffwechsel bestimmt wird. Die Masse Substanz, die jährlich von einer Tierart verbraucht wird, ist aber noch wenig bekannt. Die Masse der Geschlechtsprodukte, die eine Anzahl vierjähriger Fische, z. B. Butt, jährlich absetzen, ist etwa $^1/_4$ ihres Gewichts. Da jeder dieser Fische wegen der Konstanz der Anzahl der Art, nach vier Jahren durch eins seiner Jungen ersetzt wird, so muß aus solcher Fischschar mindestens jeder vierte Fisch im Lauf des Jahres absterben. Demnach muß mindestens die Hälfte der Substanz einer solchen Fischart jährlich zu Grunde gehen, wenn nicht besondere Umstände, z. B. die Fischerei, den Untergang vermehren. Nehme ich also einmal an, daß jährlich immer die Hälfte der Masse der

verschiedenen Kleinheitsstufen verbraucht werde, so ergibt die Rechnung, daß etwa in der Lebenszeit eines Walfisches genau die gleiche Masse an Tiersubstanz, wie an Masse der Substanz von Nahrungspflanzen erzeugt werden muß. Wenn es glücken sollte, den Verbrauch oder die Erzeugung der Nahrungspflanzen, also namentlich gewisser Planktonpflanzen, festzustellen, so würde umgekehrt die Masse der Tiersubstanz im Meere dadurch bestimmt oder wenigstens umgrenzt werden können. Dies sind die pfadfindenden Gedanken, die den rationellen Weg der Forschung in Richtung auf die Erzeugung des Meeres zunächst einmal regeln.

Es wird vom Plankton recht tüchtig gezehrt, denn die sinkenden und abgestorbenen Massen bilden, soweit irgend ersichtlich ist, die Nahrung auch der **Tiefseetiere.** Durch Untersuchungen, namentlich der englischen Challenger-Expedition hat sich herausgestellt, daß da, wo nicht etwa wegen zu großer Tiefe die sinkenden Massen aufgelöst werden, der Meeresboden dicht bedeckt ist von Schalen und Häuten der sinkenden Planktonmassen. Demnach entgehen doch noch viele Organismen des Planktons dem Gefressenwerden.

Die Einsicht in die Wichtigkeit des Planktons wurde durch messende, wägende und zählende Untersuchungen gewonnen: wie ja überhaupt quantitative Bestimmungen der Wissenschaft einzig die feste Basis liefern. Das von mir eingeschlagene Verfahren bestand in der Entnahme von Stichproben. Wenn man z. B. in das, der Sage nach einstmals gefüllte Heidelberger Faß ein Glasrohr hinunter führte, es dann oben verschloß und heraushob, bekam man den Wein aus allen Schichten und konnte auch die Höhe des Absatzes prüfen, vorausgesetzt, daß das Rohr weit genug ist, um dickere Teile einzulassen. In das Meer könnte man immer nur bis zu relativ sehr geringer Tiefe ein solches Rohr einführen, daher versenkt man ein Netz, wie etwa das hier aufgehängte, bis an den Boden und zieht es dann senkrecht in die Höhe. Es wird dabei alles an treibenden Organismen gefangen, was sich innerhalb einer gewissen Wassersäule befindet und nicht so klein ist, daß es durch die Poren des, übrigens sehr feinen, Netzzeuges hindurch geht. Die Höhe der durchfischten Wassersäule ergibt sich aus dem tiefsten Stand des Netzes, deren Querschnitt ist zwar kleiner als der Eingang des Netzes, aber er läßt sich berechnen. Damit kennt man die Größe der befischten Oberfläche und die Menge des abgefischten Wassers. Je größer diese Oberfläche ist,

ein desto richtigeres Bild gibt die Probe. Die Planktonmenge die dabei gefangen worden ist, läßt sich ebenso genau gewinnen, wie der Chemiker abfiltrierte Massen vom Filter abspülen kann. Die Bestimmung des Quantums dieser Menge kann nicht genau durch Volumensmessung geschehen, weil viele Formen sehr sperrig sind. Da es schwer hält, die Masse ganz von Wasser und Salz zu befreien, ist die Bestimmung durch Wägung sehr zeitraubend. Es war daher nötig, nach Methoden, die bereits gut entwickelt in der Wissenschaft vorlagen, die einzelnen Organismen des Fangs zu zählen. Das Verfahren ist zwar gleichfalls zeitraubend, aber es läßt sich doch gut ausführen und giebt volle Einsicht in die Zusammensetzung des Fanges. Der Jenenser Professor Ernst Häckel hat mir gegenüber behauptet, daß man mit einer Schätzung völlig auskommen könne. Man hat hin und wieder, namentlich im Auslande, geglaubt auf seinen Ausspruch hin sich mit Schätzungen begnügen zu können. Unser Mitglied, Herr Dr. Apstein hat neuerdings den ziffermäßigen Nachweis geliefert, daß solche Schätzungen in etwa 80% der Fälle falsch werden. Wenn sie in 50% der Fälle falsch wären, so wären solche Angaben völlig wertlos. Da die falschen Schätzungen noch viel häufiger eintreten, so wird die Beachtung solcher Publikation zu einer Schädigung des bezüglichen Wissenschatzes. Merkwürdig ist es, daß manche Untersuchungen sich nicht bei dieser relativen Schätzung begnügen, sondern daraus sogar ein Urteil über die absolute Verteilung der einzelnen Arten der Planktonorganismen an den Untersuchungs-Stationen gewinnen zu können glauben. Wegen des großen Wechsels in Volumen und Mischung der Fänge kann ohne Zählung überhaupt nicht festgelegt werden, wie häufig ein Planktonorganismus vorkommt und wie häufig er unter günstigen Bedingungen vorkommen kann. Es wird bei jenen Untersuchungen völlig übersehen, daß ehe solcherlei Ausdrücke einen vernünftigen Sinn beanspruchen können, zuförderst hätte festgestellt werden müssen, was häufig, was selten zu nennen ist.

Vor meinen Untersuchungen ging die Ansicht der biologischen Meeresforschung dahin, daß die Organismen des Meeres in Schwärmen oder als Ströme auftreten, dazwischen also das Wasser leer sei. Es war zwar für diese Ansicht kein wissenschaftlicher Grund anzugeben, aber man hatte diesen Eindruck gewonnen.

Meine, zunächst zwischen Alsen, Arö, Langeland und unserer Küste ausgeführten, quantitativen Untersuchungen der Stichproben

ergaben, daß die See nirgends und zu keiner Zeit leer ist, und ergaben ferner bei genauerem Zusehen, daß Fänge, die an einem Tage an ganz verschiedenen Stellen dieses Gebietes gemacht worden waren, ihrer Masse und ihrem Inhalt nach recht ähnlich waren, ähnlich genug, um es unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Fehler wahrscheinlich zu machen, daß in diesem Gebiet gleichzeitig und in gleich salzigem Wasser eine nahe gleiche Anfüllung des Meeres mit Planktonorganismen nahe gleicher Mischung vorhanden ist. Dieses, für damaliges Wissen überraschende Resultat rückte sogleich die Möglichkeit nahe, wieder den Verstand arbeiten zu lassen.

Es ergibt sich, daß die großen Wasserflächen der kalten, der gemäßigten und der heißen Zone durchschnittlich je die gleiche Menge von Sonnenlicht, von Regen und von Wind erhalten müssen; dies aber sind die wesentlichsten Bedingungen, von denen das Gedeihen der Pflanzen, also der Urnahrung, abhängt. Sobald es sich um Tiefen von über 100 m handelt, kommt eine Vermehrung der Tiefe für den Pflanzenwuchs nicht zur Wirkung, weil in solchen schwarzen Tiefen die vom Licht strickte abhängige Pflanzenwelt nicht gedeihen kann. Die Bedingungen für das Gedeihen der Pflanzen und damit auch für das Gedeihen der Tiere müssen daher in den Ozeanen sehr gleichmäßig sein. Wie wichtig diese Gleichmäßigkeit für die Ozeanforschung ist, tritt scharf hervor, wenn man damit das Verhalten auf dem unkultivierten Festland vergleicht. Da steht auf kleinem Flächenraum eine Mannigfaltigkeit von Gewächsen und von deren tierischen Bewohnern zusammen. Deren Gedeihen hängt ab von der Beschaffenheit des Grundes und des Untergrundes, und der Menge der in diesem bohrenden Tiere, von der Regenmenge, vom Wind und von Windschutz, von der Lage nach Süden oder nach Norden, von Beschattung und Tropfenfall, kurz, von so vielen, schon in kleiner Flächenerstreckung veränderlichen Umständen, daß Stichproben dieser Art auf dem Lande zu nehmen gar keinen Sinn hätte. Für das Meer dagegen sind wir auf sie angewiesen, um so mehr, als wir von dessen Planktoninhalt fast nichts erblicken können.

Die westliche Ostsee hat nur die Bedeutung einer stark abgeschlossenen, flachen Meeresbucht. Es war trotz der sonst vortrefflichen Untersuchungen des Challenger und der amerikanischen Forschungsfahrten noch unklar, wie sich eigentlich das Plankton im Ozean verhalte. Es glückte mir eine Untersuchungsfahrt in den

Ozean, wo westlich von den Hebriden der Golfstrom vorbei fließt, auszuführen. Hier zeigte sich über einer Tiefe von gut 1000 m, daß das Plankton zwar weniger reichlich als in Kattegat und Ostsee war, aber es war immerhin noch reichlich genug. Die Hauptmasse des Plankton fand sich in Tiefen bis 200 m, kam das Netz vom Grund herauf, so war der Fang nicht erheblich größer. Man braucht also um ein annäherndes Bild von dem Verhalten des Planktons im Ozean zu erhalten, nicht sehr tief zu fischen, wodurch viel Zeit gewonnen wird.

Durch die entgegenkommendste Vermittelung unseres k. Kultusministeriums gelang es, Seine Majestät, den Kaiser, der so umfassend, wie wohl kein Herrscher vor ihm, allen Fortschritten sein Interesse zuwendet, zu bestimmen, Mittel aus seinem Dispositionsfond zu bewilligen. Durch eine fernere Bewilligung der k. preußischen Akademie der Wissenschaften aus den Mitteln der Humboldtstiftung wurde es möglich, eine Expedition in den atlantischen Ozean zur Ausführung zu bringen. Wir, die Herren Brandt, Dahl, Fischer, Krümmel und Schütt, durchkreuzten in drei Monaten viermal den Ozean, wobei wir, die Südspitze Grönlands nahe berührend bis über den Äquator hinaus kamen. Die Erwartung, eine sehr gleichmäßige Verteilung des Planktons zu finden, hat sich dabei durchaus bestätigt. Es zeigte sich zugleich, daß die Masse, die Mischung und die Art der Planktonorganismen nicht lediglich von der Breitenzone abhängig war, sondern daß auch die ozeanischen Strömungen darauf erheblichen Einfluß hatten. Diese Strömungen laufen oft entlang langer Küstenstrecken, so z. B. der Golfstrom an Florida und dann wieder an der Westküste Britanniens und Norwegens. Sie nehmen dort gut gedüngtes Küstenwasser auf; dies vermehrt den Pflanzenwuchs und damit überhaupt die Dichte des Planktons. Dies Verhalten erschwert die Auswertung der Gesamtproduktion des Ozeans durch Stichproben. Wenn wir, abgesehen von Erfahrungen und Entdeckungen über die Bestandteile des Planktons, ermittelt haben, daß 50 bis 1000 ccm, meistens zwischen 70 und 200 ccm Masse unter einem Quadratmeter Oberfläche schwimmen, so kann ich nicht einsehen, wozu wir gegenwärtig ein genaueres Wissen brauchen müßten, und weshalb man diese Kenntnisse für wertlos erklären sollte, gegenüber der vorher herrschenden, kindlichen Ahnungslosigkeit. Für den hohen Norden und Süden hat unser Dozent, Herr Prof. Vanhöffen das Vorkommen von großen Planktonmassen nachgewiesen. Apstein hat für den südatlantischen und

indischen Ozean gelegentlich der Valdivia-Fahrt das Plankton verfolgt und dessen Verhalten im ganzen mit dem des nordatlantischen Ozeans ähnlich gefunden. Für einen gewissen Teil des stillen Ozeans betont Alexander Agassitz, daß, weil dort viel Strömungen durcheinander laufen, eine Auswertung der Planktonmenge nicht nützlich erscheine. Ich denke, daß die wissenschaftliche Untersuchung systematisch gemachter Fänge auch dort sich lohnend erweisen dürfte.

Zwei Befunde verdienen noch eine besondere Besprechung. Der eine ist, daß zuweilen eine auffallende Färbung des Wassers dadurch entsteht, daß gewisse, gefärbte Tiere in dichter Menge an der Oberfläche verbreitet sind. Solche Fälle sind recht selten, aber da sie einen Wechsel in dem täglichen Einerlei der Schiffahrt geben, pflegen sie besonders regelmäßig mitgeteilt zu werden. Derartig gefärbtes Wasser sahen wir auf der Planktonfahrt nur einmal. Es war eine Rotfärbung des Wassers durch eine, auch sonst häufige, Art niederer Krebse in jugendlichem Stadium. Auf der Valdivia-Fahrt wurde einmal eine Gelbfärbung des Meeres durch eine Salpenart gesehen. In vielen dieser Fälle macht es den Eindruck, als wenn das Wasser aus Buchten herstamme, wo die Ernährung und damit die Zeugung günstig, die Zehrung vielleicht eine besonders geringe war, und als wenn ein Umstand wirksam gewesen sei, der eine Ansammlung der Tiere dicht an der Oberfläche hervorgerufen habe. Man hat bisher die Gelegenheit nicht gefunden, solche Tieransammlungen zu umfahren, und sich eingehend mit deren Entstehungsart vertraut zu machen.

Etwas überraschend ist der Befund, daß die Planktonmasse in dem warmen Wasser der Tropenregion durchstehend bedeutend geringer ist, als in den kalten Teilen der Ozeane. Die gleichzeitig vorhandene Pflanzenmasse ist hier also, nicht wie auf dem tropischen Festlande vermehrt, sondern vermindert. Warmes Wasser enthält stets weniger freie Luft, also Stickstoff und Sauerstoff, als kaltes Wasser, auch verlaufen in ihm die Lebensvorgänge viel rascher, als in kaltem Wasser. Diese Umstände mögen wohl das Gedeihen der Pflanzen im Plankton etwas behindern, reichen aber doch nicht recht zur Erklärung des Tatbestandes aus. Neuere Untersuchungen unseres Mitgliedes Prof. K. Brandt und seiner Mitarbeiter weisen auf einen anderen Weg zur Erklärung der Pflanzenarmut hin. Brandt berechnet, daß durch die Abflüsse vom Lande eine solche Masse düngender Materie dem Meere zugeführt wird, daß in den vielen hunderttausend Jahren, während deren unter den heutigen Bedingungen diese Ein-

fuhr stattgefunden haben dürfte, die Ozeane verjaucht sein müßten, wenn nicht für genügende Zerstörung oder Sedimentierung dieser Massen gesorgt wäre. Eine Zerstörung bewirken die meisten Planktonorganismen nicht, doch wird durch ihre toten Leiber, soweit sie den Meeresboden erreichen und sich ablagern können, ein Teil dieser Düngstoffe sedimentiert. Bezüglich des anderen Teils ist jetzt ermittelt worden, daß, wie auf dem Lande so auch im Meer gewisse Bakterien wachsen, die die düngenden Massen zu, in die Luft entweichenden, Gasen umformen. Diese Bakterien sind in der Weise von der Wasserwärme abhängig, daß sie bei 0° fast garnicht, im warmen Wasser dagegen sehr lebhaft arbeiten. Daher zerstören sie und vermehren sie sich in dem kalten Wassergebiet fast garnicht, in dem etwa 25° warmen Wasser der Tropen werden sie voraussichtlich die Düngermassen sehr rasch und ziemlich vollständig zerstören. Andrerseits finden sich nach Beobachtungen unserer Mitglieder Reinke und Prof. Benecke — wie auf dem Lande so auch im Wasser — Bakterien, die umgekehrt den freien, im Wasser absorbierten Stickstoff so binden, daß er zu düngender Substanz wird. Dadurch wird er für die hervorragend wichtige Eiweißbildung der Pflanzen nutzbar gemacht. Reinke hat beobachtet, daß diese Bakterien sich an die Pflanzen ansetzen und so unmittelbarer diesen, die ihnen notwendigen Stickstoffverbindungen zuführen können. Das Resultat dieser beiden, einander entgegengesetzten, Tätigkeiten ist noch nicht sicher zu ziehen gewesen. Der Befund der Planktonexpedition deutet darauf hin, daß im warmen Wasser die Zerstörung der Stickstoffverbindungen überwiegt; wie ja auch der geringe Luftgehalt des warmen Wassers den stickstoffbindenden Bakterien die Arbeit erschwert. Leider war das Mitglied der Expedition, Herr Prof. Fischer durch Erkrankung verhindert, seine dabei begonnene Züchtung der Meeresbakterien zum Abschluß zu bringen.

Kehre ich schließlich zur allgemeinen Frage über den Nutzwert des Planktons zurück, so ist zu bemerken, daß in ihm sehr rasch ein Wechsel der Zeugung und der Zusammensetzung nach Arten stattfindet. In diesem Monat ist z. B. die Ostsee besonders arm an Plankton, aber noch im April waren in jedem Fingerhut voll Wasser hunderte von Organismen enthalten und die Ostsee enthält ja manchen Fingerhut voll Wasser.

Mit Hilfe von quantitativen, chemischen Analysen, die später von Brandt erheblich ergänzt worden sind, habe ich dann die

Methoden für eine Berechnung der jährlichen Planktonerzeugung entwickelt. Dabei gelangte ich zu dem vorläufigen Ergebnis, daß der Jahresertrag einer Fläche Ostsee an organischer Substanz so groß oder größer ist, als der Ertrag einer gleich großen Wiesen- oder Ackerfläche. Dies trifft um so mehr zu, als nach neueren Untersuchungen unseres Privatdozenten, Herrn Prof. Lohmann, das durch das Planktonnetz gefangene Volumen von Organismen nicht viel mehr als die Hälfte, zuweilen noch weniger dessen ist, was durch die Maschen des Netzes hindurchschlüpft. Da von uns auf hoher See zahlreiche Tiere gefangen wurden, die ausschließlich auf diese kleinsten Planktonformen angewiesen sind, so ist gleichfalls das dort von uns gefangene Volumen zu verdoppeln, so daß auch im Ozean der Jahresertrag sehr nennenswert sein muß.

Der menschliche Verstand braucht wohl nicht vor der Aufgabe zurückzuschrecken, auch das wilde Meer einer gewissen Kultur zu unterwerfen. Sicher ist, daß das Gedeihen der Nahrungspflanzen des Plankton für das Tierleben im Meer von ähnlicher Wirkung sein muß, wie das Gedeihen der Landpflanzen für das Tierleben auf dem Festland. Der Ertrag der Kulturpflanzen ist, seitdem Justus Liebig die Agrikulturchemie schuf, mit Hilfe der Wissenschaft nahezu verdoppelt worden. Die Möglichkeit, in ähnlicher Weise die nützlichen Pflanzenmassen in Meeresteilen zu vermehren ist nicht ersichtlich, weil die Wissenschaft zunächst die Umstände klar zu legen hat, die es bewirken, daß an der einen Stelle der Pflanzenwuchs spärlich, an einer anderen vielleicht besonders reichlich ist. Wir müssen zunächst durch alle Monate hindurch für viele Meeresstellen den sehr wechselnden Gang der Erzeugung und die Größe der Ernte feststellen. Für die Ostsee kennen wir ihn durch die Kieler Forschungen. Für den Norden hat die Reise von Prof. Brandt mit dem Fürsten von Monaco nach Spitzbergen einigen Aufschluß gegeben. Wie schon erwähnt, hat Vanhöffen die Planktonerzeugung bei West-Grönland und gelegentlich der deutschen, antarktischen Expedition im kalten Süden verfolgt. Dort wuchern die Diatomeen merkwürdig stark im schmelzenden Eis. Unser Apstein untersuchte quantitativ das Plankton auf der Valdiviafahrt und bearbeitet jetzt die Ergebnisse der deutschen, internationalen Terminfahrten in Nord- und Ostsee. Prof. Lohmann hat das Plankton des mittelländischen Meeres bei Sizilien verfolgt. Die Planktonexpedition war ein Vorstoß in das große, noch zu er-

obernde Gebiet des atlantischen Ozeans; eine Fahrt während der großen Ferien, also mit knapper Zeit und zugleich mit verhältnismäßig geringen Mitteln. Der kleinere Teil von deren Ergebnissen ist jetzt veröffentlicht und liegt in diesem Stapel rein wissenschaftlicher Abhandlungen vor Ihnen. Sie können also ein, wenn gleich rein äußerliches, Urteil darüber gewinnen, was es mit einer solchen Expedition auf sich hat.

Es ist übrigens gleichzeitig in engerem Anschluß an die **Praxis** gearbeitet worden. Vernichtung der für den Menschen unbrauchbaren Konkurrenten der Nutzfische wäre ein rationelles Verfahren zur Vermehrung des Fischereiertrages; dieser Weg ist aber nicht gangbar. Künstliche Erbrütung kann keinen Ersatz für den Fang durch Menschenhand geben, denn da verhältnismäßig sehr wenige der gefangenen Fische völlig laichreif sind, gehen durch den Fang jedenfalls ungeheure Mengen von Eiern rettungslos verloren. Zöge man künstlich erbrütete Jungfische bis so weit auf, daß sie flüchtig genug geworden wären, um den Angriffen, denen sie vorher rettungslos ausgesetzt sind, entgehen zu können, so würden die Kosten solchen Unternehmens eine ganz unrentable Höhe erreichen, wenn dadurch eine merkliche Vermehrung der Fischmassen erzielt werden sollte. Die Sachlage ist anders bei den Salmoniden und Stören, weil diese hauptsächlich während ihres Laichgeschäfts fortgefangen werden, und die Brut dadurch besonders verringert wird. Ob Schongesetze dem Menschen mehr Vorteil als Nachteil bringen, ist nicht klar. Bestimmungen über ein Mindestmaß sind noch am rationellsten, aber recht groß gewordene Fische sind Luxusartikel. Wissenschaftliche Aufgabe ist es, über die Zahl und die Biologie der Fische und sonstiger Nutztiere, eigentlich über alle Meerestiere Kunde zu gewinnen. Die von Dorsch- und Plattfischarten, sowie vom Sprott und gewissen anderen Fischen abgesetzten Eier sind planktonisch; sie lassen sich durch Stichproben annähernd numerisch bestimmen, womit ich vor vielen Jahren den ersten Versuch machte. Die Befunde werden sich, sobald sie ausreichend geworden sind, zu weitgehenden Rückschlüssen auf die Menge und die Biologie der Mutterfische verwenden lassen. Leider ist die Einsicht, daß wo viele Eier sind, auch wohl deren Eltern vorhanden sein dürften, noch nicht bei den lediglich für praktische Zwecke, also zum Aufsuchen neuer Fischereigründe bestimmten, oft sehr teuren Expeditionen zur Verwendung gekommen. Neuerdings ist begonnen worden, wie schon seit langem die Lachse, so auch

die Meeresfische durch eine Art mit Jahres- und Tagesnummer versehener Ohrringe zu markieren, dabei scheint das Verfahren der biologischen Station Helgoland besonders zweckmäßig zu sein. Der Ort des Wiederfangs der Fische zeigt an, wie weit solches Tier in der verflossenen Zeit gewandert ist. Die Schollen scheinen kaum mehr als zwei Seemeilen pro Tag zu wandern. Die Quote der markierten Fische auf den Märkten kann etwas über die relative Menge der gefangenen und somit auch der nicht wiedergefangenen Fische lehren, daraus ergibt sich dann eine Minimalzahl über die Stärke der Befischung durch den Menschen. Sicherer sind die Bestimmungen über das Wachstum der gezeichneten Fische im Lauf der bis zum Wiederfang verflossenen Zeit. Dabei wird hilfreich, daß der Physiologe Zuntz in Berlin Bestimmungen über den täglichen Nahrungsbedarf der Karpfen ausgeführt hat, so daß sich wird berechnen lassen, wie viel Nährsubstanz die Fische, die in bestimmter Zeit eine bestimmte Vergrößerung erlangt haben, verzehrt haben müssen.

Für derartige Untersuchungen wird es besonders wichtig, das Alter eines Fisches bestimmen zu können. Der vortreffliche dänische Meeresbiologe Dr. Joh. Petersen hat den Versuch gemacht, durch Längenmessung eines Fisches dessen Alter zu bestimmen. Die Längen eines Fanges von Fischen gleicher Art ergeben Gruppen, die auf verschiedene Jahrgänge bezogen werden müssen. Das erklärt sich daraus, daß im Jahr nur einmal, nämlich zur Laichzeit junge Fische entstehen. Da indessen die Laichzeit sich durch einige Monate zu erstrecken pflegt und da außerdem die Fische in verschiedenen Meeresteilen je nach der Leichtigkeit des Nahrungserwerbs verschieden rasch wachsen werden, so bedarf diese Art der Bestimmung einer Ergänzung. Unser Mitglied, Herr Dr. Reibisch hat dann zuerst nachgewiesen, daß die Gehörsteine der nordischen Fische, ähnlich wie die Bäume, Jahresringe zeigen. Man kann also, wie auch in dem hiesigen zoologischen Institut weiter erhärtet wurde, daran das Alter eines Fisches abzählen. Der Direktor der biologischen Station auf Helgoland, unser früheres Mitglied, Prof. Heincke fügt dem hinzu, daß auch die Knochen der Fische solche Jahresringe, entsprechend dem Wechsel zwischen Sommer und Winter, aufweisen. Bestimmt man dann für ein bestimmtes Alter die mittlere Menge der Eier, was leicht durch Zählung geschehen kann, so läßt sich berechnen, wieviele Fische ausschlüpfen müssen, damit einer von ihnen das Minimalmaß erreicht, also auch

wie viele vorher vernichtet werden. Weiter ergibt sich durch einfache Rückwärtsrechnung der geometrischen Reihe, das unter 127 marktreifen, sagen wir mindestens vierjährigen Fischen einer zehn Jahre alt sein muß, wenn das schon früher erwähnte Zehrungsverhalten sich findet, daß annähernd immer die Hälfte des Bestandes der Art jährlich zugrunde geht. Fände sich dagegen erst unter 574 Fischen ein zehnjähriger, so würde dies auf eine Vernichtung von $^3/_4$ aller Fische im Jahre hinweisen. Leider entspricht meines Wissens auch noch letzteres Verhalten kaum dem tatsächlichen Zustand, der als Folge der Fischerei eingetreten ist. Immerhin würde diese Ermittelung die noch zu prüfende Voraussetzung haben, daß von größeren Fischen jährlich die gleiche Quote ihres Bestandes abstirbt wie von den kleineren laichreifen Fischen.

Was ich berichtet habe entspricht nahezu Allem, was mir über streng messende Untersuchungen im Meereswasser bekannt geworden ist; es datiert aus den letzten zwanzig Jahren. Die Nachweisungen über die von mir gegebenen Mitteilungen sind größten Teils in den „Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen“ herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere und von Helgoland der letzten zwanzig Jahre niedergelegt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Hensen Victor

Artikel/Article: Die Biologie des Meeres. 221-237