

# Die Planktonbevölkerung der Meere um Island

Von Ernst Hentschel, Hamburg.

Mit 8 Zahlentafeln im Text und 65 Abbildungen im Text und auf 18 Beilagen.

Die Arbeit ist mit Mitteln des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft durchgeführt.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	128
1. Die Planktonverteilung im „Umkreise“ Islands . . . . .	129
A. Das Plankton des Umkreises im August. . . . .	130
Allgemeine Übersicht — 40- $\mu$ -Gesamtplankton — Teilplanktonkurven — Kinetische Organismen — Verhältnis zwischen akinetischen und kinetischen Organismen — Rangordnungsdarstellung — Ceratium — Andere Teilgruppen	
B. Das Umkreisplankton der Monate Februar bis Oktober . . . . .	139
Isoplethendiagramme — 40- $\mu$ -Gesamtplankton — Diatomeen — Kinetische Organismen — Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen — Metazoen — Tintinnen — Ceratien — Artenvorherrschaft bei den Ceratien — Dinophysis — Verhältnis der Nauplien und Copepoden zueinander — Gastropoden — Acartia, Calanus, Microsetella, Temora — Chaetoceros, Thalassiosira, Asterionella — Biddulphia, Corethron	
2. Die Planktonverteilung längs einer Hauptlinie durch das Gebiet, der „Basis“ . . . . .	145
Lage und Darstellung — Diatomeen — Chaetoceros, Thalassiosira, Asterionella, vorherrschende Diatomeen — Kinetische Organismen — Ceratien — Metazoen — Tintinnen — Andere Peridineen — Nauplien, Copepoditen, Gastropoden — Rangordnung der Arten von Ceratium — Verhältnis des kinetischen zum akinetischen Plankton	
3. Die Planktonverteilung in der Fläche . . . . .	153
Kartendarstellung	
A. Die Karten des Monats August . . . . .	154
a) Vier Grundkarten . . . . .	155
40- $\mu$ -Gesamtplankton — Kinetische Organismen — Diatomeen — Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen zueinander	
b) Beurteilung und Deutung der Grundkarten . . . . .	157
c) Karten der Metazoen . . . . .	160
Gesamtkarte der Metazoen — die Nauplien der Copepoden — Copepoden und Copepoditen — Rotatorien — Gastropoden — Appendicularien	
d) Teilkarten der Protisten . . . . .	162
Tintinnen — Peridineen (Ceratien und andere Peridineen) — Chaetoceros und Thalassiosira	
e) Vervollständigung der Gesamtplanktonkarte . . . . .	164



B. Karten für andere Jahreszeiten . . . . .	Seite 165
a) Planktonverteilung in den Monaten Februar und März . . . . .	165
Diatomeen — Kinetische Organismen — Metazoen — Verhältnis der akinetischen zu den kinetischen Organismen . . . . .	
b) Planktonverteilung in den Monaten Juni und Juli . . . . .	167
Diatomeen — Kinetische Organismen — Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen — Ceratium — Metazoen — Tintinnen . . . . .	
c) Planktonverteilung im Monat Oktober . . . . .	170
Diatomeen — Kinetische Organismen — Ceratium — Metazoen — Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen — Vorherrschende Arten von Ceratium . . . . .	
4. Das Gesamtbild der Planktonverteilung und seine Deutung . . . . .	172
A. Die Hauptgebiete . . . . .	174
a) Der Westen — b) Der Norden — c) Der Osten — d) Der Island-Färöer-Shetlandstreifen — e) Der Süden — f) Zusammenfassende Planktonkarte . . . . .	
B. Die Aufgabe und ihre Lösung . . . . .	178
Grundkarte der Planktonverteilung — Monatskarten — Isoplethendarstellungen — Unterschiede verschiedener Jahre . . . . .	
5. Das Plankton der Buchten und Fjorde . . . . .	180
Das Meer im Einschluß . . . . .	
A. Die einzelnen Buchten und Fjorde . . . . .	181
a) Südküste von Island . . . . .	181
Heimaey . . . . .	
b) Westküste von Island . . . . .	181
Faxabucht — Reykjavik — Breidifjörður — Patreksfjörður — Arnarfjörður — Öndarfjörður — Isafjörður . . . . .	
c) Nordküste von Island . . . . .	182
Hunaflooi — Skagafjörður — Siglufjörður — Eyjafjörður . . . . .	
d) Ostküste von Island . . . . .	186
Vopnafjörður — Borgarfjörður — Seydisfjörður — Reidarfjörður — Fáskrúðsfjörður . . . . .	
e) Außerisländische Buchten und Fjorde . . . . .	187
Angmagsalik — Vestmannaeyjar — Trángisvaag — Kalsöfjörður . . . . .	
B. Das Plankton des isländischen „Inkreises“ . . . . .	187
6. Die fischereibiologische Ausnutzung der Ergebnisse über das Plankton . . . . .	190
Schriftenverzeichnis . . . . .	193

## Einleitung.

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch gemacht, ein größeres Gebiet der Meeresoberfläche entsprechend dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Methoden auf Grund seines Planktongehalts biologisch zu beschreiben.

Das Gebiet (Abb. 1) ist umgrenzt einerseits durch die Breitengrade 58° und 72° NBr, andererseits durch die Meridiane 0° und 40° WL. In seiner Mitte liegt Island, im Nordwesten ist es weithin durch Grönland abgeschlossen. Sein Nordrand wird durch Jan Mayen bezeichnet, in seiner Südostecke liegen die Shetland- und Orkneyinseln und das Nordende von Schottland, in seinem Innern außerdem die Färöer.

Hydrographisch (Abb. 2) ist es besonders dadurch gekennzeichnet, daß es von der nördlichen Polarfront durchschnitten wird. Warmes atlantisches Wasser

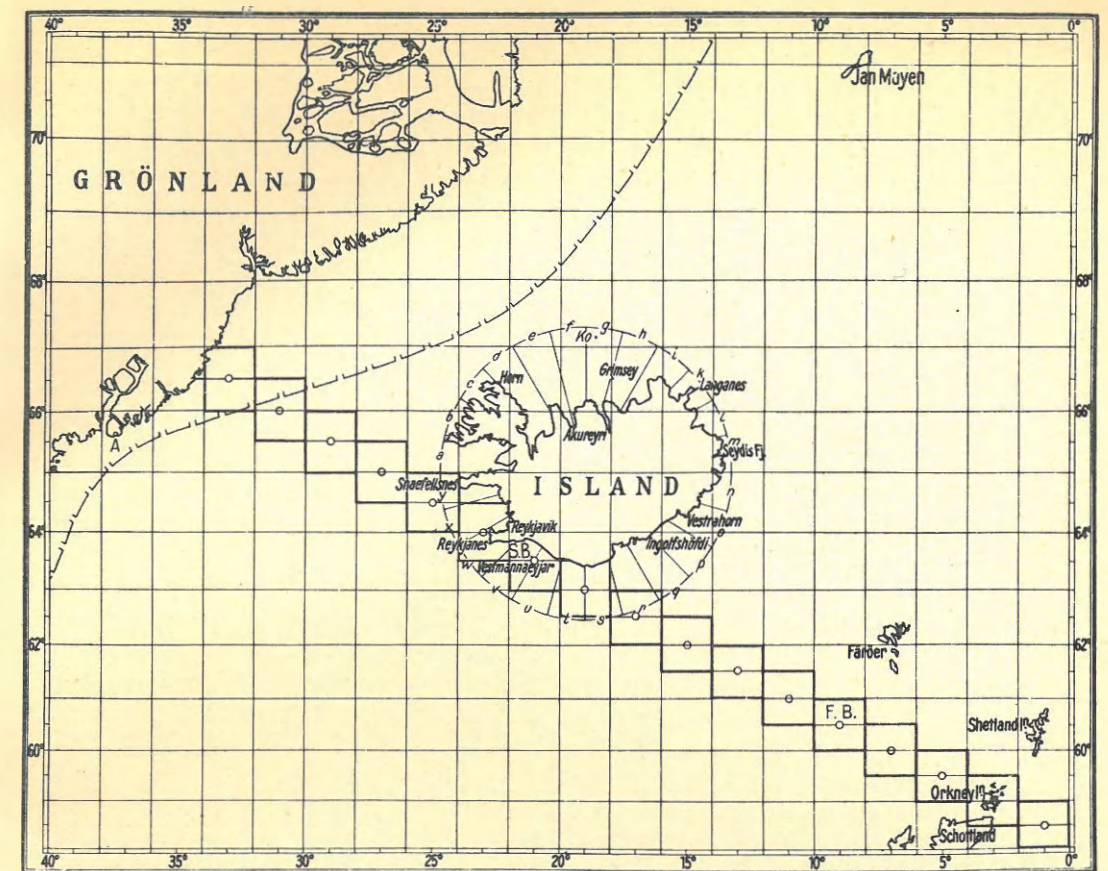
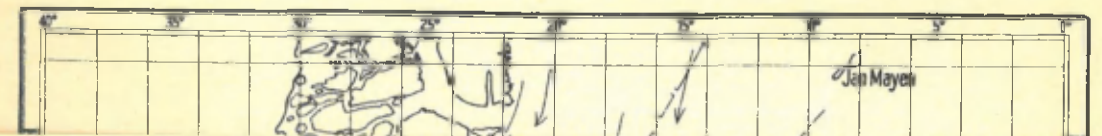


Abb. 1. Das Untersuchungsgebiet in Mercatorprojektion. a—y die Sektoren des Umkreises von Island. Die NW-SO-Reihe stark umrandeter Rechtecke bezeichnet die „Basis“. SB Selvogsbank, FB Färöerbank, A Angmagsalik, Ko Kolbeinsey. — — — — mittlere Eisgrenze im August.





B. Karten für andere Jahreszeiten . . . . .	Seite 165
a) Planktonverteilung in den Monaten Februar und März . . . . .	165
Diatomeen — Kinetische Organismen — Metazoen — Verhältnis der akinetischen zu den kinetischen Organismen . . . . .	
b) Planktonverteilung in den Monaten Juni und Juli . . . . .	167
Diatomeen — Kinetische Organismen — Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen — Ceratium — Metazoen — Tintinnen . . . . .	
c) Planktonverteilung im Monat Oktober . . . . .	170
Diatomeen — Kinetische Organismen — Ceratium — Metazoen — Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen — Vorherrschende Arten von Ceratium . . . . .	
4. Das Gesamtbild der Planktonverteilung und seine Deutung . . . . .	172
A. Die Hauptgebiete . . . . .	174
a) Der Westen — b) Der Norden — c) Der Osten — d) Der Island-Färöer-Shetlandstreifen — e) Der Süden — f) Zusammenfassende Planktonkarte . . . . .	
B. Die Aufgabe und ihre Lösung . . . . .	178
Grundkarte der Planktonverteilung — Monatskarten — Isoplethendarstellungen — Unterschiede verschiedener Jahre . . . . .	
5. Das Plankton der Buchten und Fjorde . . . . .	180
Das Meer im Einschluß . . . . .	
A. Die einzelnen Buchten und Fjorde . . . . .	181
a) Südküste von Island . . . . .	181
Heimaey . . . . .	
b) Westküste von Island . . . . .	181
Faxabucht — Reykjavik — Breidifjörður — Patreksfjörður — Arnarfjörður — Öndarfjörður — Isafjörður . . . . .	
c) Nordküste von Island . . . . .	182
Hunallói — Skagafjörður — Siglufjörður — Eyjafjörður . . . . .	
d) Ostküste von Island . . . . .	186
Vopnafjörður — Borgarfjörður — Seydisfjörður — Reidarfjörður — Fáskrúdsfjörður . . . . .	
e) Außerisländische Buchten und Fjorde . . . . .	187
Angmagsalik — Vestmannaeyjar — Trángisvaag — Kalsöfjörður . . . . .	
B. Das Plankton des isländischen „Inkreises“ . . . . .	187
6. Die fischereibiologische Ausnutzung der Ergebnisse über das Plankton . . . . .	190
Schriftenverzeichnis . . . . .	193

## Einleitung.

In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch gemacht, ein größeres Gebiet der Meeresoberfläche entsprechend dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Methoden auf Grund seines Planktongehalts biologisch zu beschreiben.

Das Gebiet (Abb. 1) ist umgrenzt einerseits durch die Breitengrade 58° und 72° NBr, andererseits durch die Meridiane 0° und 40° WL. In seiner Mitte liegt Island, im Nordwesten ist es weithin durch Grönland abgeschlossen. Sein Nordrand wird durch Jan Mayen bezeichnet, in seiner Südostecke liegen die Shetland- und Orkneyinseln und das Nordende von Schottland, in seinem Innern außerdem die Färöer.

Hydrographisch (Abb. 2) ist es besonders dadurch gekennzeichnet, daß es von der nördlichen Polarfront durchschnitten wird. Warmes atlantisches Wasser

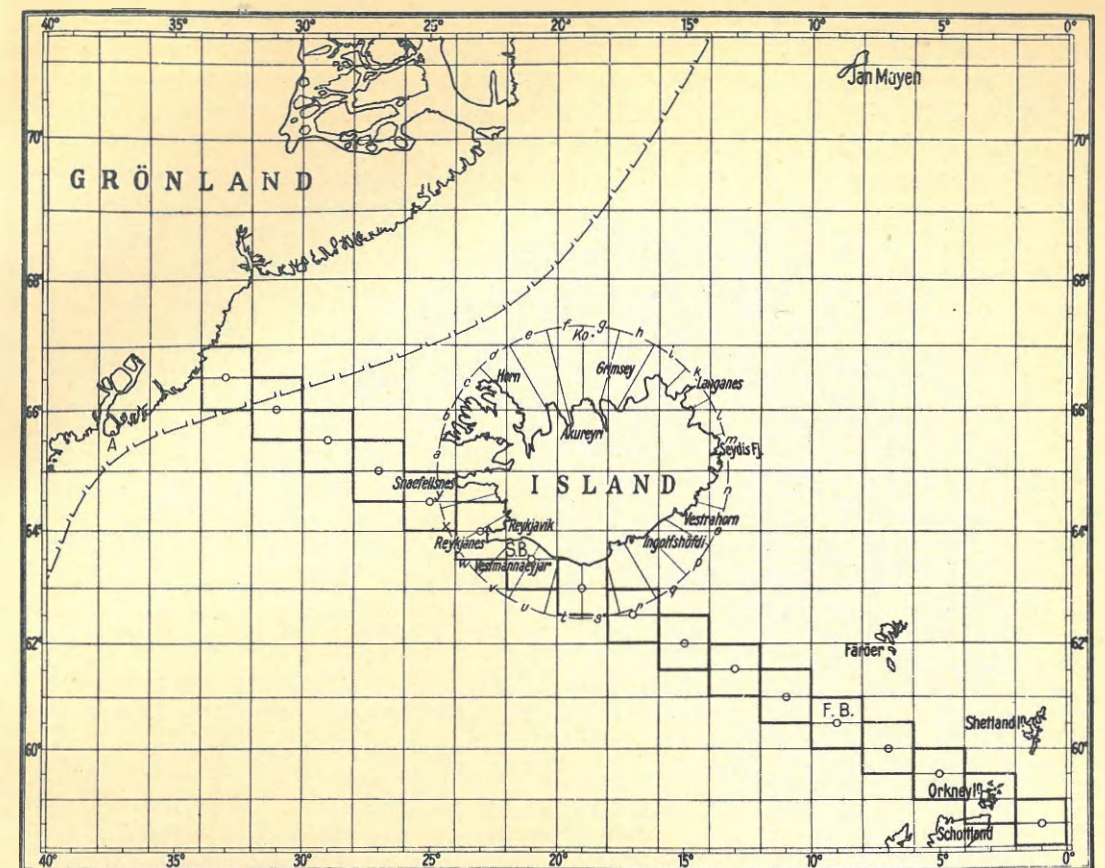
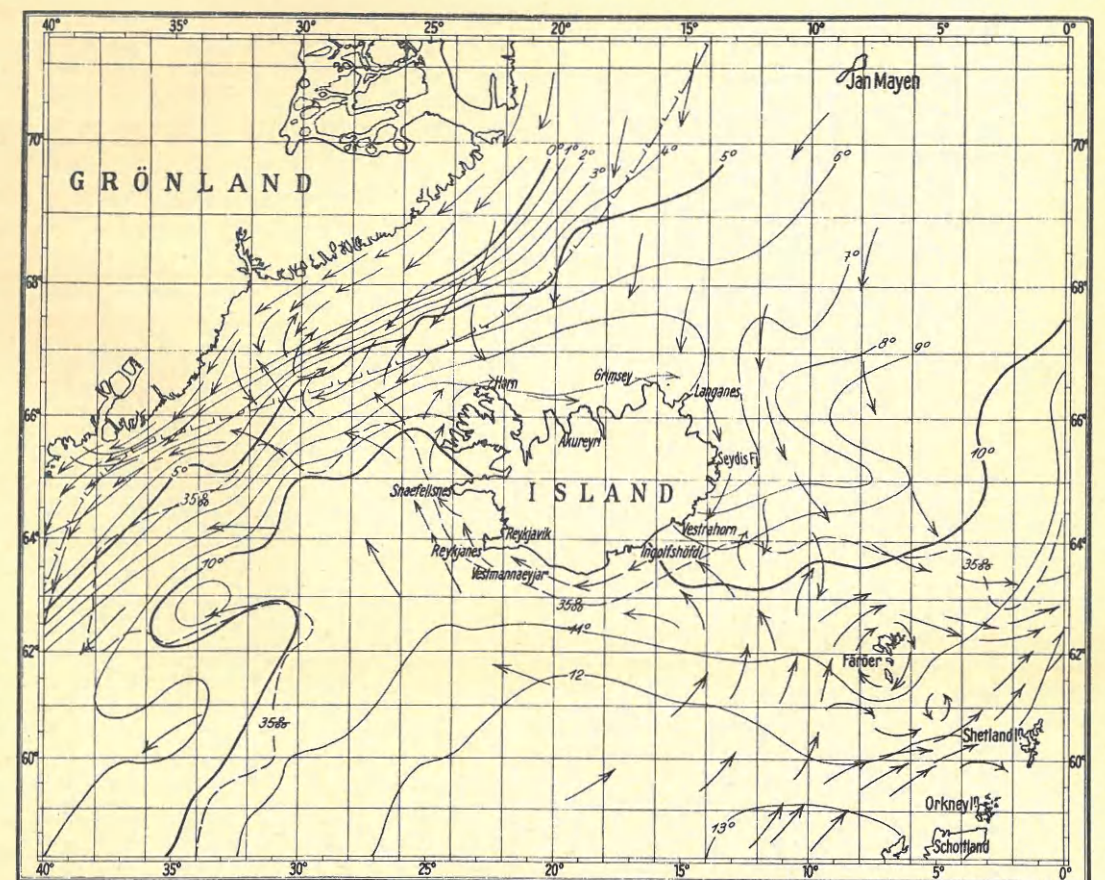


Abb. 1. Das Untersuchungsgebiet in Mercatorprojektion. a—y die Sektoren des Umkreises von Island. Die NW-SO-Reihe stark umrandeter Rechtecke bezeichnet die „Basis“. SB Selvogsbank, FB Färöerbank, A Angmagsalik, Ko Kolbeinsey. — — — — mittlere Eisgrenze im August.





und kaltes arktisches Wasser begegnen sich im Westen und Osten von Island, während sie durch die Insel selbst voneinander getrennt werden und so einen tiefgreifenden Unterschied der Nordküste und der Südküste Islands bedingen. In diesen hydrographischen Grundtatsachen ist auch die Besonderheit der biologischen Verhältnisse und das wissenschaftliche Interesse an ihnen hauptsächlich begründet.

Innerhalb dieser Meeresregion liegen einige der wichtigsten Fischereigeiete der Erde. Dieser Umstand war der wesentlichste Anlaß zur Ausführung der Untersuchungen. Fischereibiologische Fragen werden hier allerdings kaum berührt; es ist fast ausschließlich vom Plankton die Rede. Aber es liegt der Arbeit die Annahme zugrunde, daß die allgemeinen biologischen Verhältnisse, wie sie in der Verteilung und zeitlichen Veränderung des Planktons zum Ausdruck kommen, auch für das Leben der Nutzfische von grundlegender Bedeutung sind, und daß insofern eine Gebietsbeschreibung, wie sie hier versucht wird, eine allgemeine biologische Unterbauung der fischereibiologischen Arbeit müßte darstellen können. Wir müssen allerdings wohl bekennen, daß wir einstweilen von dem Zusammenhange zwischen Planktonleben und Fischleben nur sehr unvollkommene und, wie ich glauben möchte, nur sehr grobe Vorstellungen haben. Aber es liegt ja auch auf der Hand, daß wir zu besseren Ergebnissen in dieser Beziehung erst kommen können, wenn von beiden gute Beschreibungen vorliegen. Von einer „Ausnutzbarkeit“ der Ergebnisse einer Arbeit wie der vorliegenden in dem angegebenen Sinne sind wir wohl weit entfernt. Sie hat einen Nutzen zum Ziel, aber man wird ihr nicht gerecht mit der Forderung, diesen Nutzen unmittelbar greifbar nachzuweisen. Am Schluß der Arbeit soll, nachdem die Ergebnisse vor Augen liegen, versucht werden, wenigstens einige Gesichtspunkte zur Frage einer solchen Anwendung zusammenzustellen (S. 190 ff.).

Dem Unternehmen einer planktologischen Gesamtdarstellung eines so großen Gebietes steht eine Fülle von Schwierigkeiten im Wege. Die größte darunter ist die, ein genügend umfangreiches und gleichmäßiges Untersuchungsmaterial zusammenzubringen und zu verarbeiten. Wenn, wie oben gesagt, „entsprechend dem heutigen Stande der wissenschaftlichen Methoden“ gearbeitet werden sollte, so könnte ein nur qualitatives Material höchstens nebenbei verwertet werden. Das schloß eine Ausnutzung der meisten früheren Untersuchungen, auch der vortrefflichen Arbeiten von Ove Paulsen, mehr oder weniger aus. Aber auch manche quantitativen Ergebnisse der früheren Zeit, wie z. B. meine eigenen Zentrifugenuntersuchungen in den isländischen Gewässern (Löhncke, Hentschel und Wattenberg, 1930, Hentschel, 1933) sowie Ergebnisse von Gran, Braarud, Steemann-Nielsen u. a. wurden fast ganz bei Seite gelassen, da sie sich mit einem andersartigen Material, einer anderen Größenordnung des Planktons befassen als die hier zugrunde gelegten Untersuchungen.

Eine Beschränkung nach verschiedenen Richtungen war überhaupt geboten, um Material und Arbeit nicht allzusehr anschwellen zu lassen. Sie betraf, abgesehen von der räumlichen Abgrenzung des Gebietes, hauptsächlich zwei Punkte: Erstens beziehen sich die Untersuchungen nur auf die Meeresoberfläche, zweitens behandeln sie nur das Mikroplankton, wie es mit einer Gaze von etwa 40  $\mu$  Maschenweite gefangen wird. Die Gründe für die Beschränkung auf gerade diese Größenordnung des Planktons habe ich mehrfach an anderen Stellen (Hentschel, 1936 b, 1937 a, 1938, 1939 a und b) auseinandergesetzt und will sie hier nicht wiederholen.



Dem folgenden liegen im ganzen über 600 Planktonzählungen aus Oberflächenproben zugrunde. Auf den Reisen, denen sie entstammen, wurden tatsächlich wesentlich mehr, nämlich etwa 1250 Proben, beschafft. Die 600 davon zur Untersuchung gekommenen sind sorgfältig nach ihrer Eignung für die Kennzeichnung des Gebietes ausgewählt worden. Somit ist also das Material als Ganzes betrachtet, ziemlich reich und gut. Weniger befriedigend ist seine Verteilung über den zu untersuchenden Raum und über die verschiedenen Monate des Jahres. Die Fahrwege zwischen Island und der Nordsee sowie der Umkreis der Insel sind naturgemäß am besten bekannt, während entlegenere Teile des Gebietes nur gelegentlich untersucht worden sind. So z. B. der Südwesten und der Nordosten auf zwei Expeditionen des „Meteor“. Die jahreszeitliche Verteilung des Materials erstreckt sich über die Monate Februar bis Oktober und ist damit, zumal für jene beiden Hauptfahrstrecken nach und um Island, recht befriedigend. Denn der Ausfall der Monate November bis Januar ist wenig störend. Allerdings sind in jedem der genannten Monate nur gewisse Teile des Gebiets befahren. So konnte also das Wunschziel einer Darstellung des Ganzen höchstens in Gestalt einer Rekonstruktion aus Bruchstücken erreicht werden. Trotz alledem glaubte ich dies Ziel nicht aufgeben zu sollen. Haben doch auch die hydrographischen Darstellungen über größere Meeresgebiete auf diese Weise begonnen. Und derartige Darstellungen lassen sich ja mit jeder später untersuchten Wasserprobe weiter und weiter verbessern, sofern nur durch eine zuverlässige einheitliche Methode die neueren Werte mit den älteren vergleichbar gemacht werden.

Eine zweite große Schwierigkeit liegt in der Formenfülle und Mannigfaltigkeit des biologischen Materials, der sowohl der Untersucher wie der Leser bei einer Regionaldarstellung dieser Art gegenübersteht. Die meisten Arbeiten, welche mehr oder weniger Ähnliches wie die vorliegende Schrift, sei es für das Land, für das Süßwasser oder das Meer, versucht haben, leiden an einer Überlastung mit Namen von Pflanzen und Tieren, bei denen sich nur ganz wenige Leser etwas vorstellen können. Diese Namen sind ja zweifellos als Mittel, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen wissenschaftlich bestimmt auszudrücken, wertvoll. Aber ebenso unzweifelhaft machen sie das Bild des Ganzen, welches in dem Leser erzeugt werden soll, undeutlich. Wenn eine Arbeit wie die vorliegende geeignet sein soll, nicht nur von Planktonforschern, sondern auch von Fischereibiologen gelesen zu werden, so darf man sie m. E. nicht mit vielen lateinischen Namen ausstatten. Diese Schwierigkeit der wissenschaftlichen Benennungen ist ganz besonders groß bei den oft sehr zahlreichen und schwer unterscheidbaren Arten der niederen Meerestiere und -pflanzen. Bei den Copepoden des Meeresplanktons z. B., bei den Diatomeen, bei der Gattung *Peridinium* und vielen anderen ist es für die große Mehrzahl der Arten einfach zwecklos, ja schädlich, sie in biologischen Gesamtdarstellungen namentlich aufzuführen. Der Leser ist gezwungen, darüber hinwegzulesen. Sie sind am Platze nur in floristisch-faunistischen Zusammenstellungen, die im Grunde immer für den Spezialisten bestimmt sind. Einzelne Namen von Arten mögen allerdings durchaus erwünscht und nützlich sein, selbst wenn es gar nicht möglich ist, dem Leser etwa durch ein Bild eine unverwechselbare Vorstellung von dem betreffenden Organismus zu geben, nämlich dann, wenn das Auftreten der Art in dem Gebiet so charakteristisch ist, daß sich mit dem Namen eben diese Art des Auftretens dem Gedächtnis einprägt.

Eine deutliche Beschreibung darf also m. E. systematisch nicht zu sehr ins einzelne gehen. Wenn sie dadurch bis zu einem gewissen Grade an Bestimmtheit einbüßt, Bestimmtheit in jenem besonderen Sinne, an den beim systematischen „Bestimmen“ gedacht wird, so bedarf sie um so mehr andersartiger bestimmter Feststellungen an dem Material. Sie sind auf der heutigen Stufe der biologischen Methoden in weitgehendem Maße durch quantitative Bestimmungen ermöglicht, insbesondere bei der fundamentalen Gemeinschaft des Meeres, dem Plankton.

Die Notwendigkeit quantitativer Unterlagen drängt sich ganz besonders auch bei regionalen Darstellungen auf. Hat man es mit großen Meeresgebieten zu tun, so mögen die Verbreitungsgrenzen, die Grenzen zwischen Vorkommen und Nichtvorkommen verschiedener Arten brauchbare Grundlagen der Beschreibung wenigstens in großen Zügen darbieten. Je kleiner das Untersuchungsgebiet, um so seltener und um so ausdrucksloser pflegen solche Grenzen zu sein. Trotzdem kann die Art und Weise des Vorkommens der Arten, Gattungen usw. schon ganz kleine Räume befriedigend kennzeichnen — eben durch die wechselnde Dichte ihrer Verteilung. Sind genügend Zahlenwerte dafür vorhanden, so wird es möglich, die Verhältnisse in klarer Weise graphisch darzustellen. Die wichtige Stufe, welche in allen geographischen Darstellungen durch die Einführung der Isolinien erreicht worden ist, wird heute auch in der Biologie des Meeres mehr oder weniger erreichbar. Karten und andere graphische Darstellungen mit biologischen Isolinien werden zur erstrebenswertesten Grundlage der Gebietsbeschreibung.

Bei der Bearbeitung des Planktons der „Meteor“-Expedition 1925/27 habe ich (1932, S. 43) den Grundsatz aufgestellt, daß die Lebensgemeinschaft des Planktons als Ganzes zugleich Ausgangspunkt und Ziel der Untersuchung sein sollte. Ich habe damals den Begriff „Gesamtplankton“ für den einzigen verfügbaren zahlenmäßigen Ausdruck dieses Ganzen, nämlich für die Summe aller im Plankton einer gewissen Wassermenge vorhandenen organischen Individuen eingeführt. Die Berechtigung und der Wert dieser Größe mußte zunächst zweifelhaft sein, da es sich um ein sehr heterogenes Material handelte, da die addierten Individuen höchst ungleichwertig waren. Es handelte sich damals um Nannoplankton, d. h. mit wenigen Ausnahmen um einzellige Organismen. Man konnte den Bedenken entgegenhalten, daß jene im Gesamtplankton zusammengefaßten Einheiten durchweg Zellen seien und insofern in gewissem Sinne einander gleichwertig. Immerhin dürften von der Brauchbarkeit des Begriffes erst die Ergebnisse wirklich überzeugt haben, die mit den Gesamtplanktonwerten erzielt worden sind.

Wenn man es mit Nannoplanktonproben zu tun hat, so können die vielzelligen Tiere zahlenmäßig vernachlässigt werden, da sie die Individuenzahlen des Planktons nur in kaum merklichem Grade erhöhen würden. Geht man dagegen zu einer höheren Größenordnung des Planktons über, wie sie mit einem Gazestoff durch Ausseihen des Wassers gefangen wird, so ändert sich das mehr und mehr. Es treten mehr und mehr Vielzellige in die Gemeinschaft ein, während Einzellige in großen Mengen verloren gehen. Die Gesamtheit des ursprünglich in der ausgeseihten Wassermenge vorhandenen Planktons ist durch einen solchen Fang also nicht feststellbar. Wollte man auch hier den Begriff „Gesamtplankton“ anwenden, so müßte man ihm einen anderen, wenigstens einen weiteren Sinn geben. Das soll hier geschehen.



Ich will im folgenden unter Gesamtplankton theoretisch die Summe aller Individuen einer bestimmt umgrenzten Größenordnung, praktisch die Summe aller mit einer fehlerfreien, auf eine bestimmte Größenordnung eingestellten Methode fangbaren Individuen einer gegebenen Wassermenge verstehen. Inwiefern hier die theoretische und die praktische Fassung des Begriffes nicht ganz übereinstimmen, habe ich kürzlich (1938b, S. 306f.) auseinandergesetzt. Ich würde beispielsweise unter „40 $\mu$ -Gesamtplankton“ theoretisch die Gesamtheit aller Individuen verstehen, die größer als 40  $\mu$  sind, praktisch die Gesamtheit aller mit einer Gaze von der Maschenweite 40  $\mu$  gefangenen Individuen. Der frühere Begriff des Gesamtplanktons (= Zentrifugenplankton) würde diesem Gedankengange entsprechend als „0 $\mu$ -Gesamtplankton“ zu verstehen sein. Wenn ich mir die Maschen einer Gaze zunehmend verkleinert denke bis zum endlichen Verschwinden, so würde das Fangverfahren mit dieser Gaze mehr und mehr von einem Seihverfahren zu einem Filterverfahren und von diesem zu einem Sedimentierverfahren übergehen, und ich würde von den Gesamtplanktonwerten verschiedener Größenordnungen schließlich zum Gesamt-nannoplankton oder zum Gesamtplankton schlechthin gelangen.

Bedenken gegen diese Erweiterung des Begriffes dürften auf den ersten Blick noch berechtigter erscheinen als gegen seine ursprüngliche Fassung. Das Mikroplankton insbesondere, das ja am meisten gefangen zu werden pflegt, ist außerordentlich heterogen zusammengesetzt; es enthält Pflanzen und Tiere, Einzellige und Vielzellige in buntem Durcheinander, während das Makroplankton insofern wieder einheitlicher erscheint, als es im wesentlichen nur aus vielzelligen Tieren besteht. Für die Brauchbarkeit des erweiterten Begriffes in bezug auf Mikroplankton schien mir zunächst die Beobachtung zu sprechen, daß die verschiedenen Hauptgruppen dieses Planktons eine gewisse Ähnlichkeit in ihrem geographischen Verhalten aufweisen, die mir ähnlich schon bei der „Meteor“-Expedition am Nannoplankton auffallend entgegengetreten war (Hentschel, 1936a, S. 36–42), vor allem aber überzeugte mich davon der praktische Versuch am vorliegenden Material. Ich hoffe dadurch im folgenden auch den Leser zu überzeugen.

Zwischen dem Gesamtplankton einerseits, den einzelnen Arten andererseits liegt für unsere systematischen Vorstellungen eine Reihe von Kategorien, die zur Gliederung der Mannigfaltigkeit des Planktons dienen. Wir unterscheiden wenige große Obergruppen, in die das Gesamtplankton zerfällt, und eine größere Anzahl Untergruppen verschiedenen Ranges, welche schließlich die einzelnen Arten in sich aufnehmen. Man wird im folgenden bemerken, daß diese Teilgruppen des Planktons die Hauptunterlagen für die Darstellung geboten haben. Ich will die Gründe dieses Verfahrens angeben. Sie lagen keineswegs etwa allein oder auch nur vorwiegend in der oben besprochenen Schwierigkeit, mit den vielen Arten fertig zu werden, sondern sie sind durchaus grundsätzlicher Art. Ich halte diese Gruppen für das geeignetste Mittel, um das Plankton sowohl in seiner Mannigfaltigkeit wie in seiner Ganzheit für einen bestimmten Ausschnitt von Raum und Zeit befriedigend zu beschreiben. Man erfährt ohne Zweifel Wichtiges durch die Untersuchung der vielen einzelnen Arten, erfährt auch Wichtiges durch die Untersuchung des Gesamtplanktons, aber den Aufbau des Planktons in seinen großen, maßgebenden Grundzügen dem Bewußtsein zugänglich zu machen, wird

mit keinem der beiden Mittel so gut möglich sein wie mittels einer Untersuchung der „Hauptgruppen“.

Unter Hauptgruppen verstehe ich zweierlei: einerseits die Obergruppen, d. h. die umfassendsten Abteilungen der Systematik, wie z. B. Diatomeen, Metazoen u. dgl., andererseits kleinere systematisch selbständige Gruppen von besonders reicher Entwicklung, wie z. B. die Gattung *Ceratium*. Eine scharfe Scheidung zwischen beiden ist nicht notwendig, da es nur darauf ankommt, Gruppen herauszuheben, die für die Kennzeichnung des Planktons in großen Zügen besonders geeignet sind. Die Tintinnen z. B. würden der zweiten Abteilung der Hauptgruppen zugerechnet werden können, einigermaßen aber auch der ersten. Es wird sich in den folgenden Darlegungen überall zeigen, worauf die Bedeutung der Hauptgruppen beruht. Sie gründet sich darauf, daß die Art ihres Daseins im Plankton des Meeres einerseits unterschiedlich, andererseits umfassend ist. Unterschiedlich insofern, als jede von ihnen ihre besondere, von denen der anderen wohl unterscheidbare Eigenart hat; umfassend insofern, als diese Eigenart immer und überall an der Art des Daseins aller zugehörigen Arten mehr oder weniger zum Ausdruck kommt.

Der letzte Sinn der Bevorzugung der Hauptgruppen bei der Untersuchung ist eigentlich eine phylogenetische Betrachtung des Planktons in bewußtem Gegensatz zu der systematischen. Stammesgeschichtliche Untersuchungen pflegen ihre Hauptaugenmerk weder auf den ältesten noch auf die jüngsten Teile des Stammbaumes zu richten, sondern auf die Gliederung des Ganzen, die in den wichtigeren Verzweigungen zum Ausdruck kommt. Eine Verzweigung aber erscheint um so wichtiger, je umfassender oder je selbständiger der durch sie abgegliederte Teil des Stammbaums ist. Daß stammesgeschichtlichen Einheiten auch eine gewisse ökologische Eigenart zukommen wird, ist wohl in manchen Fällen von selbst einleuchtend, wenn nämlich gewisse dem Typus eigentümliche Eigenschaften, die bei allen Arten vorkommen, das Leben unter bestimmten Umständen ausschließen. So z. B. das Leben chlorophyllhaltiger Pflanzen in der Tiefsee. In vielen anderen Fällen läßt es sich aus der Erfahrung nachweisen, wie z. B. das verschiedene Verhalten der Diatomeen und Peridineen zu den jahreszeitlichen Änderungen der Lebensbedingungen.

Die erste Aufspaltung der Gesamtheit des Planktons pflegt mittels der Begriffe Phytoplankton und Zooplankton vorgenommen zu werden. Daß diese Teilung ökologisch berechtigt ist, hauptsächlich auf Grund der autotrophen bzw. heterotrophen Ernährung, ist einleuchtend. Es treten allerdings bei ihrer Benutzung Schwierigkeiten auf, insofern z. B. als nicht alle Peridineen sich autotroph ernähren. Auch die phylogenetische Berechtigung dieser Aufspaltung leuchtet ein, doch macht es sich dabei störend geltend, daß bei den Protisten teilweise das Verfahren versagt. Immerhin wird die Scheidung dieser beiden obersten Hauptgruppen ihre Berechtigung für die Planktonforschung behalten.

Andererseits läßt die Unklarheit der Grenzen zwischen ihnen im Bereich der für das Plankton so hervorragend wichtigen Protisten die Möglichkeit anderer Grundeinteilungen offen. In der Tat habe ich mich veranlaßt gesehen, eine andere erste Aufteilung zur Anwendung zu bringen, die ich im folgenden bevorzugen werde, die in kinetisches und akinetisches Plankton. Unter ersterem fasse ich die Peridineen, Protozoen und Metazoen zusammen, unter letzterem die Diatomeen. Ich habe diese Einteilung an anderer Stelle



(1939 b) kurz begründet; ausführlicher nachgewiesen wird ihre Berechtigung durch den Inhalt der folgenden Blätter werden, die an verschiedenen Stellen Belege dafür aufweisen. Sowohl bei dieser Grundeinteilung wie bei derjenigen in Phytoplankton und Zooplankton sind es ökologische Gründe, welche der Scheidung und Verbindung zugrunde liegen. Wie weit eine Gliederung dieser Art phylogenetische Gründe für sich hat, wage ich nicht zu entscheiden. Wenn in den obigen Namen das unterscheidende Merkmal der Bewegung berücksichtigt worden ist, so sollte damit nur eine einprägsame Benennung geschaffen werden.

Auf die weitere Einteilung des Planktons in Hauptgruppen einzugehen, habe ich hier keine Veranlassung. —

Wenn, wie oben gesagt, eine möglichst große Zahl von Planktonproben beschafft und untersucht werden sollte, so war es notwendig, die Technik dieser Arbeiten so einfach wie möglich zu gestalten. Die Schwierigkeit lag also in dieser Beziehung darin, möglichst alle Schwierigkeiten von vornherein zu vermeiden. Dies geschah zunächst durch die erwähnte Beschränkung auf die Meeresoberfläche, die eine mühelose Probenentnahme mit einfachstem Gerät (Eimer), und zwar auch vom fahrenden Schiff aus, gestattete. Die Gewinnung des Planktons aus der geschöpften Wasserprobe geschah dann ebenfalls auf eine möglichst einfache Weise, die ich schon öfter (1937 a, 1939 a u. a.) unter verschiedenen Gesichtspunkten beschrieben habe und hier noch einmal kurz beschreiben will.

Das einzige wesentliche Gerät für den Planktonfang sind kleine Siebe oder Seier von 40 mm Höhe und etwa 63–68 mm Durchmesser. Ihre senkrechte zylindrische Wand ist aus einer Zelluloidröhre von etwa 2–2,5 mm Wanddicke geschnitten. Ihr Boden besteht aus Phosphorbronzegaze, deren Maschen etwa  $40\ \mu$  weit sind. Von diesen Maschen gehen etwas über 12 000 auf den Quadrat-zentimeter. Um ein solches Sieb herzustellen, wird der Ring von Zelluloid kurze Zeit mit seinem einen Rande in Azeton getaucht, so daß er etwas erweicht wird, und dann auf ein auf einer Glasscheibe liegendes Stück der Gaze gepreßt, bis der Rand wieder erstarrt ist und die Gaze fest an ihm haftet. Die überstehende Gaze wird schließlich abgeschnitten.

Von dem auszuseihenden Wasser wird die zu untersuchende Menge, gewöhnlich 5 Liter, abgemessen. Dies geschah meist mit Hilfe einer Milchkanne, neuerdings mit einem Emaillebecher (Mensur) von 2 Liter Inhalt. Das abgemessene Wasser wird gewöhnlich mit Hilfe eines darüber angebrachten Emailletrichters (vgl. Abb. 3 A) durch das Sieb gegossen. Danach wird das Sieb in eine mittelgroße Petrischale mit verdünntem Seewasserformalin gesetzt, so daß das Plankton durch das von unten eindringende Formalin abgetötet wird. Nunmehr kommt das Sieb in einen Glastrichter, der in dem zur Aufnahme des Planktons bestimmten Fläschchen steht (Abb. 3 B). Es wird mit der Öffnung schräg nach unten in den Trichter gelegt und dann mittels einer Spritzflasche, die ebenfalls verdünntes Formalin enthält, von außen her durch den Gazeboden hindurch abgespritzt. Dies geschieht möglichst sorgfältig, derart, daß der Flüssigkeitsstrahl die ganze Fläche von oben nach unten gleichmäßig abstreift, möglichst noch ein zweites Mal nach einer kleinen Drehung des Siebes, und dann schließlich noch einmal am Rande herumgeht. Nun wird das Sieb noch einmal in die Petrischale gesetzt und seine Innenfläche mittels eines feinen Haarpinsels (Tuschpinsels) vorsichtig abgepinselt oder abgespült. Nachdem der Pinsel am Siebrande ausgestrichen ist, wird die Abspritzung wiederholt, so daß möglichst auch die letzten Reste des Planktons in die Flasche gelangen und die

Flasche sich bis zum Halse mit Formalin füllt. Die Flaschen sind neuerdings sog. „Steilbrustflaschen“, d. h. solche mit schräg aufsteigendem unterem Halsteil, der es verhindert, daß beim Ausgießen etwas zurückgehalten wird. Sie sind durch einen Kork verschlossen und mit einer aufgeklebten Etikette versehen, auf die mit Bleistift die wichtigsten Angaben (laufende Nummer, Tag, Stunde, nach Möglichkeit die Position, schließlich die Wassermenge) eingetragen werden. Nach dem Gebrauch wird das Sieb in Süßwasser abgespült oder in einem Gefäß mit Süßwasser aufbewahrt. Das bei der Arbeit benutzte Formalin ist im Ver-

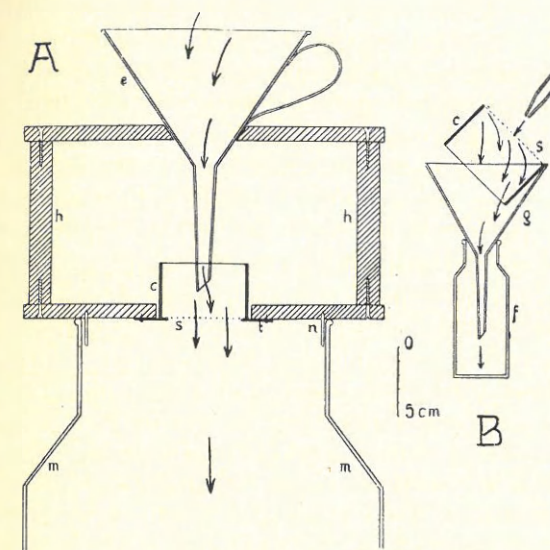


Abb. 3. Schematische Darstellung des Planktonseihverfahrens.

A: Durchsiehen der Wasserprobe. B: Abspritzen des Siebes. Die Pfeile bezeichnen in A den Weg des Wassers, in B den des Formalins. s = Siebfläche, c = Celluloidringfassung des Siebes, e = Emailletrichter, h = Holzgestell, t = Tragrings aus Zelluloid, n = Stift, m = Milchkanne für ablaufendes Wasser, g = Glastrichter, f = Fläschchen für die Planktonprobe, r = Ausflußrohr der Spritzflasche.

hältnis 1:20 mit filtriertem Seewasser verdünnt. Im einzelnen hat das Verfahren im Laufe der Zeit sich mehrfach geändert. Wesentlich ist davon nur, hervorzuheben, daß in den Jahren 1933 und 1934 große Wassermengen von 50 bzw. 45 Liter und Planktonnetze mit Gaze 25 ( $60\ \mu$  Maschenweite) verwendet wurden. Die betreffenden Proben sind also nicht ganz gleichwertig den anderen, da die Maschen weiter waren. Im Februar und März 1935, also am Ende des Winters, wurden Proben von 20–25 Liter geschöpft. Kleinere hätten nicht genügt. Im Oktober 1935 wurden teilweise 10–20 Liter genommen, doch hätten 5 Liter genügt.

Zur Untersuchung wird aus dem seit längerer Zeit ruhig stehenden Fläschchen der größte Teil der Flüssigkeit abgesaugt, entweder freihändig mit einer großen Pipette (Saugheber) oder mit einem selbständig und ganz langsam arbeitenden Saugapparat. Der Rest mit dem sedimentierten Plankton wird in eine Zählchale gegossen. Darauf wird mit einem Teil des abgesogenen Formalins nachgespült und damit eine zweite Zählchale gefüllt. Bei freihändigem Absaugen sichert man sich vor Verlusten, indem man das letzte kleine abgesogene



Flüssigkeitsquantum, das möglicherweise schon Spuren des Planktons enthalten könnte, in der Pipette behält (rechte Hand) und nach dem Abgießen des Sediments (linke Hand) damit nachspült. Zählchalen sind in verschiedener Form verwendet worden, teils viereckige, die aus einer Glasplatte mit aufgekitteten Glas- oder Zelluloidrändern bestehen, teils Uhrschälchen mit flach geschliffener Bodenmitte, die auf einer in den Zählstisch eingefügten Glasplatte stehen. Beide haben ihre Mängel. Erwünscht wäre eine kreisförmige Zählchale ähnlich einem Uhrschälchen, doch mit ebenem Boden. Die Zählung geschah auf dem großen Zwickertschen Kreutztisch ohne Einteilung der Zählfläche, sondern derart, daß durch regelmäßige Verschiebung das Gesichtsfeld streifenweise über die ganze Wasserfläche geführt wurde. In betreff der mancherlei kleinen Schwierigkeiten und Fehlerquellen bei den Zählungen sei auf meine früheren Angaben über das Zählen und Protokollieren verwiesen (Hentschel, 1932, S. 18 ff.).

Alle Zahlen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, sind Individuenzahlen für 10 Liter Wasser, bei Protisten also Zellenzahlen<sup>1)</sup>. Im allgemeinen kommen jedoch nur die Logarithmen dieser Zahlen zur Verwertung.

Als äußerst wertvoll für die Arbeit erwies sich die Anlage einer Kartei, in der jeder untersuchten Probe eine Karte entspricht. Im folgenden gebe ich ein Beispiel von der Anlage einer solchen Karte. In ihr haben die vorgedruckten (hier fettgedruckten) Buchstaben folgende Bedeutung: C. Crustaceen, Npl. Nauplien von Copepoden, Cop. Copepoden und Copepoditen, M.A. andere Metazoen, Mol. Mollusken, T. Tintinnen, Z.A. andere Protozoen, X andere tierische Körper, z. B. Eier, Cysten von tierischem Ursprung, Fäkalien. — P. Peridineen, Cer. *Ceratium*, fc. *furca*, fs. *fuscus*, hd. *horridum*, lg. *longipes*, tr. *tripos*, D. Diatomeen, Ch. *Chaetoceros*, Co. *Coscinodiscus*, Ni. *Nitzschia*, Ph. *Phaeoceros*, Rh. *Rhizosolenia*, Sk. *Skeletonema*, Ts. *Thalassiosira*, P.A. andere Pflanzen, Y. andere pflanzliche Bestandteile.

Sowohl in den Zählprotokollen wie in den Karteikarten finden sich mancherlei Unregelmäßigkeiten, vor allem dadurch bedingt, daß das Urteil über die Unterscheidbarkeit des Planktons weder von vornherein feststand noch auch

<sup>1)</sup> Zur richtigen Bewertung der in Abbildungen, Zahlentafeln und Text vorkommenden Zahlen sei noch folgendes bemerkt. Die Zahlen beziehen sich zwar auf 10 Liter Wasser, sind aber im allgemeinen nicht unmittelbar durch Zählung, sondern durch Umrechnung aus den Zählungsergebnissen meist kleinerer (z. T. auch größerer) Wassermengen gewonnen. Daraus können Mißverständnisse entstehen in den Fällen, wo Nullwerte oder Werte zwischen 0 und 1 auftreten. Letztere entstehen nicht nur bei der Umrechnung aus größeren Wasserquanten, sondern auch bei Mittelwertberechnungen aus mehreren Zählungen, die z. T. Null ergeben haben. Wenn durch einen Nullwert das Nichtvorkommen der betreffenden Form ausgedrückt wird, so ist damit nur so viel gesagt, daß sie in der untersuchten kleinen Wassermenge nicht gefunden worden ist. Sie kann aber sehr wohl vorgekommen sein, nur zu selten für die Fangmethode. Positive Werte unter 1 drücken zwar unbedingt ein Vorkommen, aber nicht unbedingt ein Vorkommen in 10 Litern aus. Wenn 1 Individuum auf 50 Liter entfällt, so wird man in Schöpfproben von 10 Litern an der betreffenden Stelle in der Mehrzahl der Fälle nichts finden. — Die Verwendung von Logarithmen in den meisten Darstellungen bringt bei Werten unter 1 besondere Schwierigkeiten mit sich. Diese Werte (einschließlich Null) sind hier sämtlich unter dem unbestimmten logarithmischen Wert „< 0“ zusammengefaßt. Ich habe diesen bei der graphischen Darstellung allgemein so behandelt, als hätte er den Betrag — 0,3, und zwar aus folgenden Gründen: Die logarithmischen < 0-Werte entsprechen den sämtlichen absoluten Werten zwischen 0 und 1. Will man für sie gemeinsam einen möglichst richtigen Wert einsetzen, so kann das nur der Mittelwert sein, also 0,5. Dessen Logarithmus aber ist  $0,7 - 1 = -0,3$ .

## Vorderseite:

64° Ns 22° W	144—22. 10. 35. 0400 64°08' N, 22°41' W	X 1935
C.	Npl. 52, N. v. Cal. finm. 4, N. v. Microset. 2 Cop. Oithona Cop. it. 12, erw. 2. Acartia 4. Pseudo- cal. Cop. it. (2). Microset. 6. Cirrip. Npl. 2.	Npl. 58 Cop. 26
M. A.	Mol. Limacina 8.	Ga. 8 Met. 94
T.	Ptychocyl. spitz 2 Parafavella 8	Tin. 10
Z. A.	Globigerina 8	Z. 18
X.	Eier (2) Faeces 4	

## Rückseite

P.	Cer. fc. fs. 2 hd. lo. 6 tr. 6	
	"P" 12 Glenodinium (4)	Cer. 14 Pda. 16
D.	Ch. Achnantes 6 Co. 100 Euodia 2 Ni. Ph. 2 Rh. 2 Sk. Ts.	
P. A.	Halosph. 68	Di. 112 Ph. 210
Y.		

heute endgültig feststeht. So sind z. B. unter dem auch hier vorkommenden Zeichen „P“ alle Arten der Gattung *Peridinium* nebst denen verwandter Gattungen, insbesondere *Diplopsalis*, unter Umständen aber auch *Gonyaulax* und *Goniodoma* zusammengefaßt, doch ist *Per. depressum* gesondert gezählt. Wie weit die Arten einer Gattung oder die Gattungen einer Familie getrennt worden sind, das hat auch geschwankt, wie noch manches andere. Von großem Werte waren für die Verarbeitung die Summen, die an der rechten Seite der Karte aufgeführt sind. Die Bedeutung der vorgesetzten Zeichen versteht sich wohl im allgemeinen von selbst; Ga. heißt Gastropoden, Z alle Protozoen, Pda. andere Peridineen. Hier sind, wie man sieht, die wichtigsten Hauptgruppenwerte in die Karte eingetragen. Es ist offenbar leicht, sie für eine Gruppe in einer Zahlentafel zusammenzustellen oder sie unmittelbar in eine graphische Darstellung zu übernehmen.

Die Anordnung der Karten geschieht nach demselben Grundsatz, der in den Bulletins hydrographiques der Internationalen Meeresforschung angewandt ist: Zunächst nach steigenden Werten der Breitengrade, dann der Längengrade (s. oben links auf der Vorderseite), dann den Monaten, dann den Jahren (s. oben rechts), gegebenenfalls noch nach Tagen und Stunden.

Eine Veröffentlichung des Inhalts der Kartei war zunächst beabsichtigt, wurde aber dann einstweilen aufgegeben wegen der großen technischen Schwierigkeiten.



rigkeiten und hohen Kosten, die dabei entstehen würden. Ich habe (1932) im zehnten Bande des Meteorwerks das Zählungsmaterial der „Meteor“-Expedition sowohl in extenso wie auf verschiedene Weise zusammengefaßt veröffentlicht. Man kann daran ermessen, was allein für ein Raum für das vorliegende Material nötig sein würde. Jene Veröffentlichung wäre ohne jahrelange Hilfe von Assistenten gar nicht möglich gewesen. Eine solche stand mir in diesem Falle nicht in genügendem Maße zur Verfügung. Einiges findet man in früheren Arbeiten in Zahlentafeln abgedruckt. Im übrigen betrachte ich die Kartei als ein Archiv, das zu weiterer Ausnutzung in der Hydrobiologischen Abteilung des Hamburger Zoologischen Museums und Instituts zur Verfügung steht, auch gegebenenfalls für spätere Veröffentlichung.

Hiermit sind nun wohl die allgemeinen Unterlagen für die im folgenden darzustellenden Ergebnisse genügend ins Licht gerückt. Es seien hier nur noch in einer kurzen Übersicht die Fahrten zusammengestellt, denen das Material entstammt. Nicht berücksichtigt wurde dabei eine Fischdampferreise im Jahre 1924, über die ich früher schon (1925) einiges veröffentlicht habe. Genauer über die Reisen findet sich in den Berichten über meine Arbeiten für die Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung (1934, 1939 a).

- 1929 E. Hentschel mit „Meteor“ über die Färöer nach der Südküste von Island und in die Dänemarkstraße bis Angmagsalik (vgl. Defant u. a. 1938).
- 1932 E. Hentschel mit „Weser“ nach Island und rund um die Insel.
- 1933 F. Gudmundsson mit „Esja“ rund um Island.
- 1934 A. Meschkat mit „St. Pauli“ nach Südostisland.
- 1935 E. Hentschel und A. Meschkat mit „Meteor“ nach den Vestmanna-inseln zu längerem Aufenthalt.
- 1935 A. Meschkat mit „Meteor“ rund um Island und in das Ostislandstromgebiet.
- 1936 E. Hentschel mit „Dettifoss“ nach Siglufjörður zu längerem Aufenthalt. Mit „Thor“ in Richtung auf Kolbeinsey.
- 1938 E. Hentschel mit „Dettifoss“, „Esja“ und „Godafoss“ nach Island und rund um die Insel, mit Aufenthalt in Siglufjörður.
- 1938 „Explorer“ im Süden von Island. Beschaffung von Planktonproben durch Dr. Tait.
- 1938 „Dana“ im Süden von Island. Beschaffung von Planktonproben durch Erik Schmidt.

Die Untersuchungen haben sich über 10 Jahre ausgedehnt, und ich habe in dieser langen Zeit unter den mannigfach wechselnden Umständen die freundliche Hilfe vieler Menschen in Deutschland und im Ausland, ganz besonders auch in Island, in Anspruch nehmen müssen. Es waren Männer der Wissenschaft, der Verwaltung, der Schifffahrt, der Fischerei, der Wirtschaft, des Handels und solche, an die Zufall und Gelegenheiten mich und meine Mitarbeiter wiesen. Die Pflicht, ihnen zu danken, erfülle ich an dieser Stelle mit ganz besonderer Freude in Erinnerung nicht nur an ihre einzelnen Handlungen, die meine Angelegenheiten förderten, sondern auch an viel freundschaftliches Verhalten, das ich von ihnen erfahren habe. Ihre Namen habe ich zum Teil in früheren Veröffentlichungen genannt, ich möchte es hier nicht abermals tun, weil ich sie nicht alle nennen kann und nicht durch eine Auswahl den Eindruck einer höheren und niederen Bewertung erwecken möchte. Die Hilfe eines unbekannten Fischers und die eines einflußreichen Kaufmanns sind so ver-

schiedener Art, daß sie sich nicht gegeneinander abwägen lassen, aber jede von beiden kann an ihrem Orte ganz unentbehrlich sein und verdient dadurch den größten Dank. Ich möchte nur eine Gruppe von Menschen hier noch einmal besonders nennen: meine isländischen Freunde.

## 1. Die Planktonverteilung im „Umkreise“ Islands.

Die Insel Island liegt ungefähr in der Mitte des hier zu untersuchenden Meeresgebietes. Sie liegt ferner im Grenzbereich zwischen dem atlantischen und dem arktischen Wasser, sozusagen der Polarfront eingeschaltet. Wenn man sie umfährt, so kommt man fast immer sowohl durch rein atlantisches (im S) wie durch rein arktisches Wasser (im NO), dazwischen aber durch Grenz- und Übergangszonen. Dieser Gegensatz der beiden großen Wassergebiete ist nicht nur eine Eigenschaft der Küstengewässer, sondern mehr oder weniger eine solche unseres ganzen Untersuchungsbereichs. Die Rundfahrt um Island darf daher als ein besonders geeignetes Mittel gelten, um grundlegende Einsichten in das Gesamtgebiet zu gewinnen.

Zu diesen Gründen kommt noch ein sehr wesentlicher praktischer. Gestalt und Lage der Insel veranlassen, daß Rundfahrten, vollständige oder teilweise, von aller Art Schiffen immer wieder ausgeführt werden. Materialien für wissenschaftliche Untersuchungen sind daher aus den Küstengewässern Islands viel leichter und vollständiger zu gewinnen als aus den meisten anderen Teilen des Gesamtgebietes. So wird es zweckmäßig sein, hier mit einer Untersuchung der Planktonverteilung im „Umkreise“ Islands die Gesamtdarstellung zu beginnen.

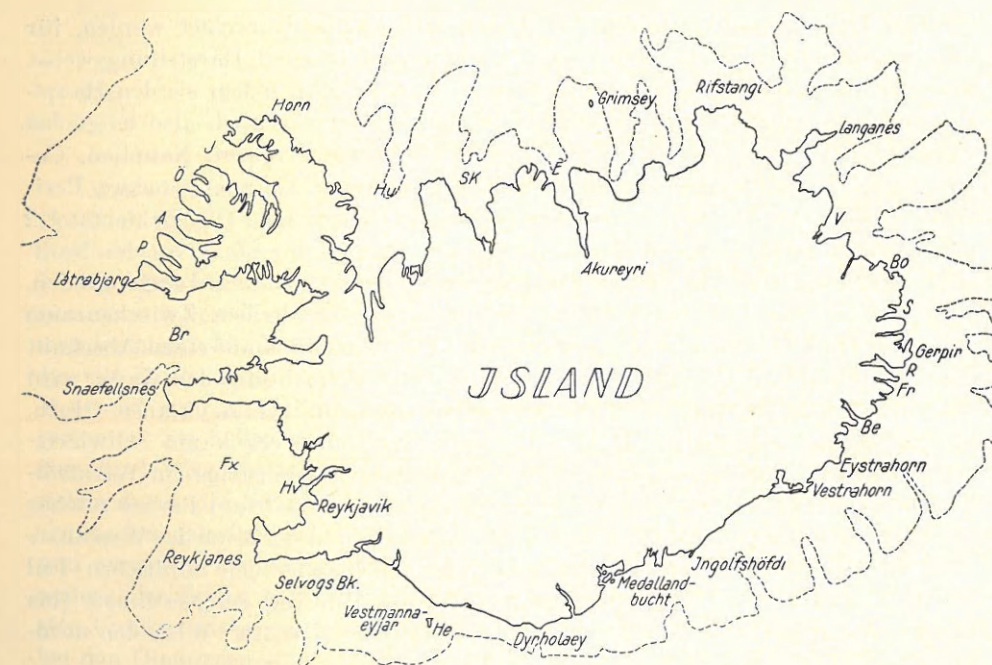


Abb. 4. Vorgebirge, Buchten, Fjorde und Städte der Küste von Island. ----- 200-m-Linie. A Arnarfjord, Be Berafjord, Bo Borgarfjord, Br Breidifjord, E Eyjafjord, Fr Fáskrúðsfjord, Fx Faxabucht, He Heimaey, Hu Hunabucht, Hv Hvalfjord, J Jsafjord, Ö Önundarfjord, P Patreksfjord, R Reidarfjord, S Seydisfjord, SK Skagafjord, V Vopnafjord.



Nun ist allerdings nicht zu leugnen, daß es gegen dies Verfahren ein wesentliches Bedenken gibt. Die komplizierte Gestaltung der Küsten zumal im Westen und Norden, die Ausbildung tiefer Buchten und Fjorde, die Schelfbildung mit regelmäßig wechselnden Flachs und Tiefs müssen notwendigerweise einen wesentlichen Einfluß auf die Ausgestaltung der Planktongemeinschaften haben. Eine ideale Rundfahrt um die Insel, welche den angegebenen Zwecken genügen sollte, müßte in einem derartigen Abstand ausgeführt werden, daß sie diesen Störungen entzogen wäre. Welches aber wäre dieser Abstand? Ist er überhaupt einigermaßen anzugeben? Ist er nicht verschieden für verschiedene Gebiete und verschiedene Organismengruppen? Ändert er sich nicht mit den Jahreszeiten und den Jahren? — Da diese Schwierigkeiten unüberwindlich sein dürften, scheint es richtiger, den Weg der gewöhnlichen Rundfahrten einfach zu benutzen, jenen möglichen Fehlern aber durch Kritik von Fall zu Fall entgegenzuarbeiten. Naturgemäß müssen alle Stationen mit unzweifelhaft vorherrschender Küstenbedingtheit, wie insbesondere diejenigen innerhalb der Fjorde, dabei von der Betrachtung ausgeschlossen, müssen nur die „Außenstationen“ berücksichtigt werden (vgl. Gudmundsson, 1937). Bei der folgenden Untersuchung sind alle Proben zwischen 63° und 67° NBr und zwischen 13° und 25° WL geprüft worden, ob sie als „Umkreisproben“ gelten können oder nicht. Es wurden aber auch diejenigen ausgeschaltet, welche innerhalb dieses Bezirks liegen, doch außerhalb der Küstenfahrtwege. Das Gesamtmaterial liegt fast ausnahmslos zwischen der Küste und der 200-m-Linie oder doch höchstens in Abständen von 5 sm von dieser entfernt.

#### A. Das Plankton des Umkreises im August.

Der Umkreis soll zunächst für den Monat August betrachtet werden, für den das reichste Material vorliegt, und allem voraus in einer Darstellungsweise, welche einigermaßen eine Gesamtanschauung gibt, indem sie den Hauptgruppen und einigen Einzelgattungen gleichmäßig gerecht wird, also möglichst vielseitig ist. Sie bezieht sich auf folgende 10 Formengruppen: Nauplien, Copepoden, Gastropoden, Metazoen insgesamt, Tintinnen, Ceratien, andere Peridineen, *Chaetoceros*, *Thalassiosira* und Diatomeen insgesamt. Die Zahlentafel 2 gibt für alle diese Gruppen Werte an, die sich jeweils, soweit sie an der Nord- oder Südküste liegen, auf den Zwischenraum zwischen zwei Längengraden, soweit sie an der Ost- oder Westküste liegen, auf den halben Zwischenraum zwischen zwei Breitengraden beziehen, d. h. in beiden Fällen auf einen Abschnitt des Umkreises von ungefähr 30 sm Breite. Eine Betrachtung der Karte wird davon überzeugen, daß auch an den „Ecken“, d. h. bei Reykjanes, Horn, Langanes und Vestrahorn, diese Aufteilung des Umkreises kaum Schwierigkeiten hat. Der ganze Umkreis ist in 8 grundsätzlich viergliedrige (in Wirklichkeit in einem Fall nur dreigliedrige, in zweien nur zweigliedrige) Reihen solcher Streifen von 30 sm Breite<sup>1)</sup> aufgeteilt. Sie kennzeichnen in der Mitte der Westküste (65° NBr, nahe bei Snaefellsnes) beginnend, nacheinander den nördlichen Teil der Westküste (bis 67° NBr, 23° WL), den westlichen Teil der Nordküste (bis 19° WL), den östlichen Teil der Nordküste (bis 66,5° NBr, 15° WL), den nörd-

<sup>1)</sup> Die Abstände zwischen den Gradlinien werden nach dem zahlenmäßig niedrigeren von den beiden Graden bezeichnet (z. B. 17° für Positionen zwischen 17° und 18°), die halben Breitengrade aber außerdem mit dem Zusatz n bzw. s (Nord bzw. Süd, also z. B. für 63° 45' NBr steht 63° Nn).

lichen Teil der Ostküste (bis 65° NBr), den südlichen Teil der Ostküste (bis 64° NBr, 15° WL), den östlichen Teil der Südküste (bis 19° WL), den westlichen Teil der Südküste (bis 63,5° NBr, 23° WL) und den südlichen Teil der Westküste (bis 65° NBr). In der Zahlentafel 2 erscheinen die Zahlenwerte für die einzelnen Streifen in zwei übereinander stehenden Reihen, deren obere der oberen Hälfte des Umkreises, deren untere der unteren Hälfte entspricht. Man kann also das Verhalten jeder der genannten Gruppen im Umkreise prüfen, indem man in der oberen Reihe links beginnend bis zum rechten Ende fortschreitet und dann in der unteren Reihe zurückkehrt. Die Zahlenfolge entspricht dann einer Umkreisung Islands im Sinne des Uhrzeigers.

Die für diese vorläufige Übersicht benutzten Zahlen sind höchst vereinfacht: es sind die Kennziffern der Logarithmen der Mittelwerte für 10 Liter Wasser.

Einen allgemeinen, von den Örtlichkeiten unabhängigen Überblick über die Häufigkeit der Größenordnungen, welche bei den verschiedenen Gruppen vorkommen, gibt die folgende Zusammenstellung:

Zahlentafel 1

Kennziffer	< 0	0	1	2	3	4	5	Anzahl der Größenordnungen
Npl.	—	—	6	19	2	—	—	3
Cop.	1	—	18	8	—	—	—	3
Ga.	10	11	6	—	—	—	—	3
Met.	—	—	2	22	3	—	—	3
Tin.	—	3	8	10	4	—	—	4
Cer.	—	—	9	8	9	1	—	4
Pda.	1	3	11	5	7	—	—	5
Cht.	8	—	6	2	6	4	1	6
Ths.	11	1	5	5	5	—	—	5
Di.	—	—	7	5	6	7	2	5

Man sieht aus der letzten Spalte, daß die Schwankungen der Werte bei den Protisten größer sind als bei den Metazoen, am größten bei *Chaetoceros*, wo 6 von den 7 Größenordnungen nachgewiesen sind, in Wirklichkeit wohl alle 7 tatsächlich vorkommen. Sehr bezeichnend ist ein Vergleich der Diatomeen insgesamt mit den Metazoen: Dort 5 Größenordnungen, hier nur 3, und zwar, was wichtiger ist, dort 4 mit hohen Häufigkeitswerten (5—7), hier nur eine, und die mit einem ganz hohen, dem höchsten, der überhaupt vorkommt (22). Die Metazoen sind also ihrer Zahl nach am gleichmäßigsten um die ganze Insel verbreitet. Sie haben in mehr als 80% der Fälle dreistellige, nur in weniger als 20% zwei- oder vierstellige Zahlen. Ihr Verhalten wird, wie man sieht, im wesentlichen durch die Nauplien bedingt, während bei dem hohen Hauptwert auch die Copepoden entscheidend mitwirken. Gastropoden fehlen in 37% der Fälle ganz und erreichen niemals größere als zweistellige Werte. Tintinnen, Ceratien und andere Peridineen bevorzugen die mittleren Größenordnungen. Die beiden höchsten Größenordnungen kommen, abgesehen von einem Fall bei den Ceratien, nur bei den Diatomeen vor.

Es sei nun weiter die Übersicht für den August (Zahlentafel 2) nach den örtlichen Unterschieden betrachtet (Erklärung s. o. Ein Punkt anstatt einer Zahl besagt, daß der betreffende Längengrad-Abschnitt oder halbe Breitengrad-



abschnitt, im Umkreis nicht vorkommt). Prüft man zunächst in allen 10 Gruppen das Vorkommen der Höchstwerte, so bemerkt man, daß die Ostküste, d. h. die Gebiete östlich von 15° WL, nur in einem Falle Werte der höchsten Größenordnung der betreffenden Gruppe zeigen, nämlich bei *Thalassiosira*. Die beiden Bezirke der Ostküste stehen also allen anderen von den acht Bezirken in diesem Sinne gegenüber. Sie erscheinen so betrachtet als planktonarm. Vielleicht allerdings sollte man dieses Urteil etwas einschränken: Der Wert 5 kommt nur einmal bei *Chaetoceros* und zweimal bei den Diatomeen insgesamt vor. Nimmt man, um nicht allzusehr das Urteil von ganz extremen Fällen abhängig zu machen, den Wert 4 hinzu, so hat man die beiden Diatomeengattungen und die Diatomeen insgesamt mit Maximalwerten im Osten vertreten. Metazoen, Tintinnen und Peridineen bleiben aber arm im Osten.

Zahlentafel 2

	°NBr				°WL				°WL				°NBr			
	65	66	66	66	22	21	20	19	18	17	16	15	(66) (n)	66	65	65
	s	n	s	n										s	n	s
Nauplien	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	.	2	1	2
	2	2	.	.	2	2	2	1	2	2	3	2	.	.	1	1
Copepoden	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	.	2	1	1
	1	1	.	.	1	1	2	1	1	1	2	1	.	.	1	<0
Gastropoden	0	0	1	0	0	1	1	0	1	<0	<0	0	.	<0	<0	<0
	0	0	.	.	<0	<0	1	<0	0	1	0	<0	.	.	0	<0
Metazoen	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	1	2	.	2	2	2
	2	2	.	.	2	2	2	2	2	2	3	2	.	.	2	1
Tintinnen	2	2	3	3	3	3	2	1	2	1	( $<0$ )	1	.	2	1	1
	1	2	.	.	0	0	0	2	2	(2)	2	2	.	.	1	1
Cerarien	4	1	3	3	3	3	3	2	3	2	1	2	.	2	3	2
	3	2	.	.	1	1	1	1	1	3	2	1	.	.	1	2
Peridineen andere	2	0	2	3	3	3	1	1	1	1	1	2	.	1	1	2
	1	3	.	.	0	<0	0	3	1	1	3	3	.	.	1	2
Chaetoceros	<0	4	1	2	1	3	3	4	1	<0	<0	1	.	<0	<0	4
	<0	3	.	.	1	<0	1	3	4	<0	3	5	.	.	3	2
Thalassiosira	<0	2	2	1	3	3	1	2	1	<0	3	1	.	<0	<0	3
	<0	<0	.	.	<0	<0	<0	1	<0	<0	2	0	.	.	3	2
Diatomeen	1	4	3	3	3	4	4	4	2	1	3	2	.	1	1	4
	2	4	.	.	1	1	2	3	5	1	3	5	.	.	4	2
	n	s	(n)	(s)					(s)	(n)	s	n				
	64	64	63	63	22	21	20	19	18	17	16	15	(63)	(63)	64	64
	°NBr				°WL				°WL				°NBr			

Der Gegenversuch, ob die Verteilung der niedrigsten Werte etwas Entsprechendes zeigt, führt zu keinem Erfolg. Nur bei den Copepoden liegt der einzige Fall eines Wertes  $<0$  im Ostgebiet. Dagegen kann man dasselbe Ergebnis wie bei den Höchstwerten mit Hilfe der Mittelwerte aus den Stellenzahlen (nicht den Kennziffern!) für die Bereiche westlich und östlich von 15° erzielen.

	Npl.	Cop.	Ga.	Met.	Tin.	Cer.	Pda.	Cht.	Ths.	Di.
westlich v. 15°	3,0	2,3	1,0	3,1	2,6	3,1	2,5	2,5	1,6	4,0
östlich v. 15°	2,4	1,8	0,0	2,8	2,2	3,0	2,2	2,4	2,2	5,4

Wie die Übersicht zeigt, ist überall der Mittelwert im Westen höher als im Osten, ausgenommen *Thalassiosira*. Bei *Chaetoceros* ist er im Westen und Osten fast gleich.

Aus der Untersuchung der niedrigsten Werte geht jedoch hervor, daß außer der Ostküste noch ein anderes Gebiet eine Sonderstellung einnimmt, nämlich die Südseite zwischen 19° und 23°, d. h. also im wesentlichen die berühmte Selvogsbank. Mehr oder weniger deutlich tritt bei allen sechs Protistengruppen hervor, daß dies Gebiet verhältnismäßig arm ist. Am reinsten zeigen das die Tintinnen und die anderen Peridineen vermöge der Werte 0 und  $<0$ .

Die Lage der Maximalwerte im einzelnen sei nur kurz erwähnt, da sie nicht besonders charakteristisch ist. Mehrfach liegen sie, abgesehen von der Ostküste, in den beiden der Selvogsbank benachbarten Oktanten, doch zeigt die Übersicht auch ein ziemlich klar entwickeltes Maximalgebiet im Nordwesten von Island, zwischen 66° NBr und 21° WL, also um die Nordwesthalbinsel herum nördlich von 66°. Am deutlichsten ist es bei den Tintinnen, den anderen Peridineen und den Metazoen ausgeprägt. Angedeutet ist es wohl auch bei den Nauplien und *Thalassiosira*. Noch allgemeiner scheint die betreffende Steigerung hervorzutreten, wenn man die Betrachtung auf den ganzen Bereich von 65° NBr bis 19° WL ausdehnt.

Alles in allem gibt diese vorläufige Übersicht mit einfachsten Darstellungsmitteln ein recht beachtenswertes Gesamtbild. Besondere Hervorhebung verdient vielleicht daran die Feststellung, daß Steigerungen und Schwächungen des Bestandes bei den ganz verschiedenen Organismengruppen auffallend ähnlich gelagert sind. Das zeigt offenbar, daß weniger die Eigenart der Gruppen als diejenige der Gebiete für die Planktonverteilung maßgebend ist. Ein unterschiedliches Verhalten von Pflanzenplankton und Tierplankton ist nicht hervorgetreten, dagegen wohl ein gewisser Gegensatz der Diatomeen zu allen anderen Gruppen.

Eine genauere Untersuchung des Umkreises für den Monat August soll nach dieser allgemeinen Orientierung auf Grund einer andersartigen Darstellungsweise ausgeführt werden. Das ganze Material wird aufgeteilt gedacht nach 24 Sektoren, welche um den Punkt 65° NBr, 19° WL im Innern Islands angeordnet sind (vgl. Gudmundsson, 1937, Abb. 8). Die Sektoren sind auf einer Karte in Merkatorprojektion gezeichnet (Abb. 1). Als Anfangsradius der Einteilung wurde wieder der 65. Breitengrad in der Westhälfte genommen, und von ihm aus wurden die Sektoren im Sinne des Uhrzeigers fortschreitend mit Buchstaben bezeichnet. Die vier Quadranten, welche durch 65° NBr und 19° WL abgeteilt werden, enthalten also nacheinander die Sektoren a—f, g—m, n—s, t—y<sup>1</sup>).

Bei den folgenden graphischen Darstellungen in bezug auf die Reihe der 24 Sektoren wird es leider nicht gut möglich sein, wieder die Anschaulichkeit zu

<sup>1</sup>) Das Zahlenmaterial wurde hier ebenso wie unten bei den Kartendarstellungen (vgl. S. 154) nach halben 1°-Feldern zusammengefaßt benutzt, wodurch unter Umständen eine gewisse Ungenauigkeit in die Darstellung kommen kann. Denn es kann ja geschehen, daß der Mittelpunkt eines solchen Feldes nicht im gleichen Sektor liegt, wie eine tatsächliche Position, die dem Felde angehört. Ernstliche Störungen entstehen aber dadurch nicht.



erreichen, die bei der bisherigen Besprechung dadurch gewonnen wurde, daß von zwei übereinander stehenden Zeilen die eine die obere, die andere die untere Hälfte des Umkreises abbildete. Es werden hier Kurven in größerer Anzahl zu vergleichen sein. Nun könnte man zwar so verfahren, daß man die eine Hälfte des Umkreises durch eine ausgezogene, die andere durch eine rückkehrende gestrichelte Linie darstellt und so den ganzen Umkreis in einer in sich zurücklaufenden Kurve abbildet. Das soll auch in der ersten der folgenden Abbildungen (Abb. 5 A) geschehen. Aber wenn man eine größere Anzahl Kurven miteinander vergleichen will, so sind derartige Darstellungen zu verwirrend und bei späteren auf die Zusammensetzung des Planktons und seine jahreszeitliche Veränderung bezüglichen Darstellungen wird Derartiges ganz unmöglich sein. Es sind daher im folgenden die 24 Werte für die Sektoren im allgemeinen in eine fortlaufende Reihe gesetzt. Die Beziehung auf das Bild der Insel Island läßt sich hier und im folgenden nur in der Weise herstellen, daß man sich vorstellt, man stünde im Mittelpunkt der Insel und umkreiste sie mit dem Auge, von der Mitte der Westküste beginnend und dorthin zurückkehrend.

Ich beginne mit der Besprechung des 40- $\mu$ -Gesamtplanktons, das zunächst für sich allein in einer in sich zurückkehrenden Umkreisungskurve dargestellt wird (Abb. 5 A), danach nochmals auf dieselbe Weise wie alle folgenden graphischen Darstellungen (Abb. 5 B).

Die logarithmischen Werte der 40- $\mu$ -Gesamtplanktonkurve liegen für 10 Liter Wasser mit wenigen Ausnahmen zwischen 2,5 und 5,5. Zeichnet man in sie eine Horizontale in der Höhenlage 3,5 ein, so wird sie in mehrere Hauptabschnitte zerlegt, deren Werte (unter später zu begründender Vernachlässigung einer einzigen Ausnahmestelle, der Sektoren l und m) entweder im wesentlichen über oder im wesentlichen unter dieser Horizontalen liegen. Berücksichtigt man, daß sich Sektor y an Sektor a anschließt, so verteilen sich die Sektoren in folgender Weise:

Hochwertige Sektoren	x bis f	und o bis t
Niedrigwertige Sektoren	g bis n	und u bis w

Beginnt man die Betrachtung des Umkreises einmal im Südwesten, so folgen also aufeinander (vgl. Abb. 1 und 4):

1. ein hochwertiges Gebiet von Kap Reykjanes bis zur Mitte der Nordküste (x—f);
2. ein niedrigwertiges Gebiet von der Mitte der Nordküste bis etwa Eystrahorn (g—n, ausgenommen l und m);
3. ein hochwertiges Gebiet von Eystrahorn bis westlich von Dyrhólaey (Portland) (o—t);
4. ein niedrigwertiges Gebiet von östlich der Vestmannainseln bis zum Kap Reykjanes (u—w).

Einer dieser Abschnitte scheint auch physikalisch deutlich gekennzeichnet zu sein, nämlich der zweite; er zeigt (Abb. 2) die niedrigsten Temperaturen ( $6^{\circ}$  bis  $8^{\circ}$  C) und den niedrigsten Salzgehalt ( $34^{\circ}/_{\text{‰}}$ ). Er wird vorwiegend von arktischem Wasser bespült. Ein anderer Abschnitt, nämlich der vierte, umfaßt die morphologisch einigermaßen einheitliche, fischereilich altberühmte Selvogsbank zwischen den Vestmannainseln und Reykjanes, auf deren biologische Eigenart schon hingewiesen wurde und noch oft zurückzukommen sein wird. Sie scheint durch besondere Ernährungsbedingungen ausgezeichnet zu sein (Steemann-Nielsen, 1935). Von den beiden anderen, den hochwertigen Abschnitten ist

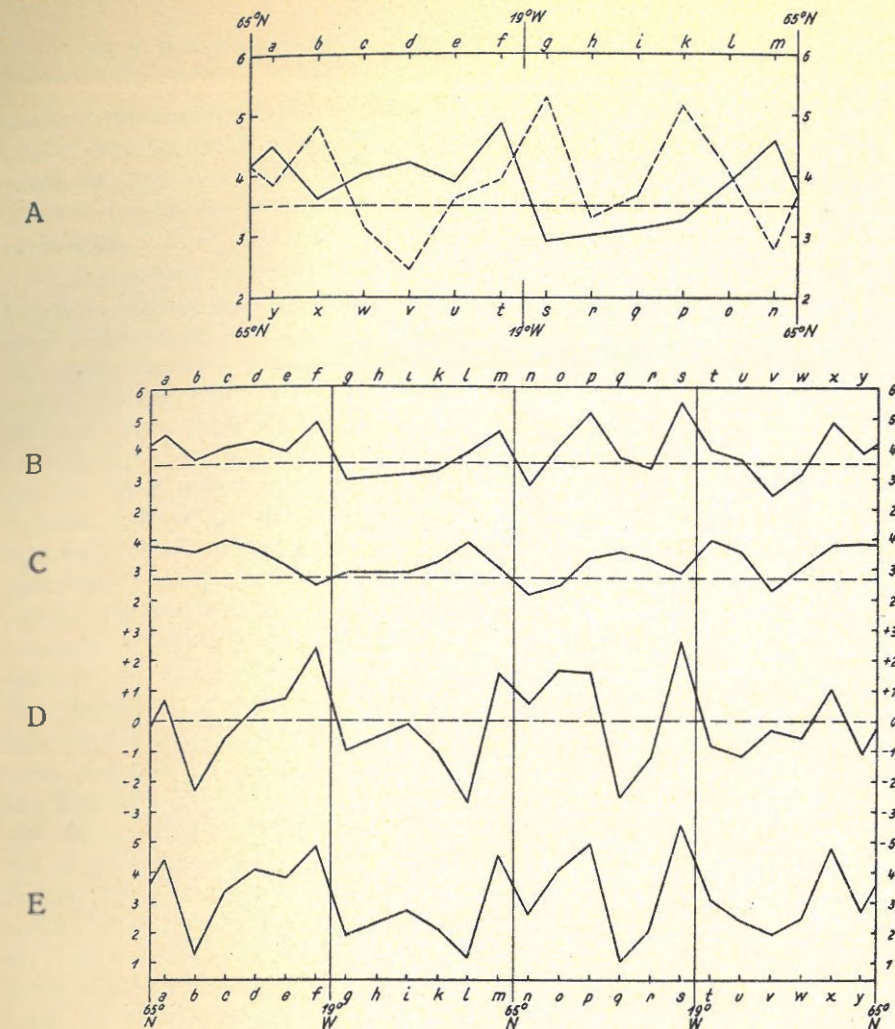
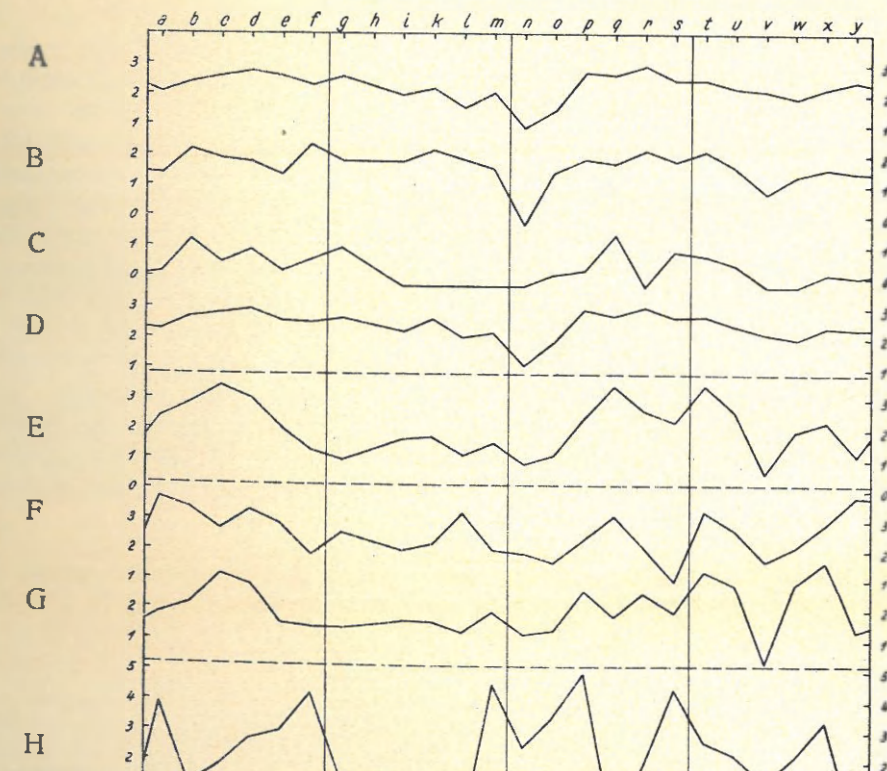


Abb. 5. A. Das 40- $\mu$ -Gesamtplankton, durch eine in sich zurücklaufende Linie dargestellt, ——— nördlich von  $65^{\circ}$  NBr, ----- südlich davon. — B. Dasselbe in fortlaufender Linie dargestellt (so auch die folgenden Abbildungen). — C. Kinetische Organismen. — D. Verhältnisse der Akinetischen zu den Kinetischen Organismen. — E. Diatomeen.





weniger Bestimmtes zu sagen, doch ist beachtenswert, daß sich im dritten Abschnitt der absolute Höchstwert findet, gleich östlich von 19° WL (Sekt. s), ungefähr da, wo das atlantische Wasser am schärfsten auf die Küste stößt (Abb. 2). Gewisse Anhaltspunkte für die Deutung der Kurve sind also augenscheinlich vorhanden.

Entsprechend der Gesamtplanktonkurve sind nun (Abb. 5 u. 6) eine Anzahl Teilplanktonkurven gezeichnet für jene Hauptgruppen und Gattungen des Planktons, die schon oben als Ausgang der Untersuchung benutzt wurden, und einige darüber hinaus. Sie zeigen Wertschwankungen sehr verschiedenen Grades entsprechend den schon oben (S. 131) gemachten Erfahrungen. Diese Schwankungen sind wieder am stärksten bei den Diatomeen (Abb. 5 E), am schwächsten bei den Metazoen (Abb. 6 D). Die Kurven der Peridineen und der Tiere scheinen in ihrem Verlauf eine gewisse Verwandtschaft untereinander und mit der des Gesamtplanktons zu zeigen. Die Beziehungen zu dieser letzteren treten hauptsächlich im Bereich ihrer niedrigeren Werte hervor, während ihre vier höchsten Gipfel ausnahmslos durch die Diatomeen bestimmt werden. Die Diatomeen sind aber auch an der Entstehung der beiden niedrigwertigen Gebiete merklich beteiligt. Das tritt ganz besonders im Bereich der Selvogsbank hervor (Sekt. v u. w), wo fast alle Gruppen Verarmung, keine aber Reichtum zeigt. In dem arktischen Minimalgebiet wird der tiefste Punkt (n) von den Diatomeen nicht mit bedingt, die z. T. (*Chaetoceros*, *Thalassiosira*) (Abb. 6 H und J) sogar hohe Werte dort haben. Er beruht hauptsächlich auf den Metazoen (Nauplien und Copepoden, Abb. 6 A u. B), Tintinnen (Abb. 6 E) und auch auf den Peridineen (Abb. 6 F u. G). Augenscheinlich entspricht er den tiefsten Temperaturen, welche in dieser Gegend des Umkreises zu liegen pflegen, wie auch die dichte Scharung der Isothermen an der Südostecke Islands (Abb. 2) in dem steilen Anstieg des Planktons zwischen n und p ihr Gegenstück hat. Dieser Sprung tritt ausgezeichnet bei den Metazoen (auch den Nauplien) hervor. Die verhältnismäßig hohen Werte des Gesamtplanktons in den Sektoren l und m stellen sich beim Vergleich mit den Teilkurven der Tiere und Peridineen deutlich als eine Störung dar. Man sieht, daß sie zum Teil (in Sekt. l) durch die Ceratien bedingt ist, bei deren genauerer Besprechung unten (S. 142 f.) noch darauf zurückzukommen sein wird, zum Teil (in Sekt. m) durch die Diatomeen.

Als allgemeinstes Ergebnis wäre auch hier wieder hervorzuheben, was schon oben bei der ersten Übersicht an Hand von Zahlentafel 2 gesagt wurde, daß die Grundverteilung der Maxima und Minima in den meisten Gruppen mehr oder weniger Ähnlichkeit hat. Die spezifischen Unterschiede der einzelnen Organismontypen vermögen nicht, die örtlichen Unterschiede der Lebensbedingungen zu verdecken. Darauf beruht es dann, daß eine brauchbare Gesamtplanktonkurve möglich ist. Und zwar ist es durchaus verständlich, daß gerade die Gesamtplanktonkurve besonders sinnvoll zu sein scheint, weil in ihr am meisten die widersprechenden spezifischen Besonderheiten durch die allen gemeinsamen Grundreaktionen auf die großen Züge der Lebensbedingungen verhüllt werden. Dies ist eine der wichtigsten Erfahrungen in bezug auf den biozönotischen Aufbau des Gesamtplanktons.

Allerdings läßt sich zeigen, daß ein noch klareres Ergebnis herauskommt, wenn man die Diatomeen aus der Betrachtung ausschaltet, d. h. nur die große Obergruppe der kinetischen Organismen untersucht. Die betreffende Kurve (Abb. 5 C) läßt die oben unterschiedenen vier Abschnitte im wesentlichen



wiedererkennen. Die ganze Kurve ist aber am besten nach ihren drei Minima zu betrachten, deren Werte unter 2,7 (vgl. die Horizontale) hinabgehen. Das erste (f) ist der Endpunkt des Abfalles von der Westküste (a—c) zur Nordküste (d—f). Das zweite (n) ist als Ausdruck des intensivsten Herandrängens arktischen Wassers im Südosten, das dritte (v—w) als eigentümliches Merkmal der Selvogsbank schon bekannt geworden. Diese Minima gliedern den Umkreis in drei Hochgebiete, das des Südens (p—u), das des Westens (x—e) und ein neu hervortretendes des Nordens (g—m) mit einem isolierten Gipfel bei l. Dieses letzte wäre als das eigentlich Neue gegenüber dem Gesamtplankton noch zu erklären. An ihm ist, wie sich schon vorher zeigte, *Ceratium* stark beteiligt, und zwar ausschließlich durch eine große Wucherung von *C. arcticum* (vgl. Abb. 7 und 16). Aber sowohl der Gipfelwert wie die relativ hohen Nachbarwerte in k und m beruhen in noch höherem Grade (was aus den Teilkurven nicht ersichtlich wird) auf dem Ciliaten *Strombidium* (*Laboea*). Beides ist offenbar ein deutliches Zeichen starker Einwirkung aus dem arktischen Gebiet. Dieses dritte hochwertige Gebiet steht dadurch in einem scharfen Gegensatz zu den beiden andern und verwischt nicht die Grundanordnung der Gesamtplanktonkurve, sondern klärt sie auf. Die kinetische Kurve ist also wohl noch besser deutbar als jene.

Eine recht merkwürdige Beobachtung macht man, wenn man schließlich die Kurve des Verhältnisses zwischen akinetischen und kinetischen Organismen (Abb. 5 D) untersucht, die hier auf Grund der Differenzen der Logarithmen der Diatomeen und der kinetischen Organismen gezeichnet worden ist (Genaueres s. unten S. 141). Man bemerkt eine große Ähnlichkeit dieser Kurve mit derjenigen der Diatomeen, obwohl keineswegs die Diatomeen im allgemeinen vorherrschen. Vielmehr ist in der Mehrzahl der Sektoren der Nenner (der Wert der kinetischen Organismen) größer als der Zähler, so daß die Differenzen der Logarithmen negativ werden, d. h. die kinetischen Organismen herrschen vor. Aber diese zeigen weit geringere Schwankungen als die Diatomeen, was zur Folge hat, daß ihr Einfluß bei der Differenz der Logarithmen in sämtlichen Sektoren im wesentlichen nur in einer Herabsetzung des Diatomeenwertes besteht.

Diese Kurvenreihe gibt also ein recht anschauliches Bild von dem Verhalten des Planktons im Umkreise der Insel. — Die letzte Kurve betraf nun schon das gegenseitige Verhältnis verschiedener Abteilungen des Planktons zueinander. Im folgenden soll noch an Hand zweier anderer Darstellungen etwas mehr über die lebensgemeinschaftliche Zusammensetzung des Planktons, über die Beziehungen der verschiedenen Gruppen zueinander mitgeteilt werden. Hier ist das 40- $\mu$ -Gesamtplankton sozusagen restlos in vier Hauptgruppen aufgeteilt. Nur die kleine Gruppe der „andern Pflanzen“, die fast nie etwas enthält, und bei den Tieren die Eier und Cysten sind vernachlässigt. Die Gruppen sind: Metazoen (M), Protozoen (Z), Peridineen (P) und Diatomeen (D).

In beifolgender Rangordnungsdarstellung (Zahlentafel 3) sind diese vier Gruppen für jeden der einzelnen Sektoren nach ihren Zahlenwerten angeordnet. Man sieht, daß in zwei Fällen (r und v) die Metazoen an erster Stelle stehen, doch ist das ein Ergebnis von geringem Wert, da in den betreffenden Sektoren alle Gruppen mehr oder weniger arm sind. Das Vorherrschen der Protozoen in u beruht auf einer starken Wucherung von *Strombidium* dicht bei Heimaey, das in q auf einer solchen der Tintinne *Helicostomella* vor der Medlandbucht; das in l und k entspricht dem, was für diese Sektoren bei den kinetischen Or-

ganismen erwähnt war. Im übrigen stehen immer die Diatomeen oder Peridineen an erster Stelle, ohne daß darin Wesentliches zum Ausdruck käme.

Wertvollere Ergebnisse liefert die Prozentualdarstellung (Abb. 8). Vergleicht man die Sektoren, in denen Metazoen und Protozoen Minimalwerte haben (a. f. o, p, s und x), mit der Gesamtplanktonkurve, so findet man, daß

Zahlentafel 3  
Rangordnung der Hauptgruppen.

a	DPZM	n	DPZM
b	PMZD	o	DMZP
c	PZDM	p	DPMZ
d	DPZM	q	ZPMD
e	DPMZ	r	MZPD
f	DPMZ	s	DMZP
g	PMDZ	t	PZDM
h		u	ZPMD
i	DZMP	v	MDPZ
k	ZMDP	w	PDZM
l	ZPMD	x	DPZM
m	DZPM	y	PDMZ

diese dort fast durchweg Gipfelpunkte hat. Nicht ganz so auffallend, aber immerhin auch deutlich ist das Gegenteil dazu: Höhere Werte dieser beiden Gruppen zusammen (d. h. der Tiere), insbesondere alle Werte über 40% (i, k, l, q, r, t und u), liegen in Minimalgebieten der Gesamtplanktonkurve. Dabei muß allerdings das örtliche Minimum bei Sektor q, das bisher unbeachtet blieb, mit als Minimum in Betracht gezogen werden.

Offensichtlich tritt also das Zooplankton relativ zurück, wo das Phytoplankton absolut reichlich vorhanden ist. Sehr deutlich heben sich wieder einige der „arktischen“ Sektoren, hauptsächlich k und l, durch ihren Reichtum an Protozoen hervor. Was die Diatomeen betrifft, so lassen sich die Hauptzüge ihres Kurvenbildes, insbesondere die Maxima hier deutlich wiedererkennen. In bezug auf die Peridineen fällt das höchste Maximum im Sektor y auf. Wie ein Vergleich mit den Kurven (Abb. 6 F) lehrt, ist es durch *Ceratium*, und zwar durch eine gewaltige Wucherung von *C. longipes* im nördlichen Teil der Faxabucht, nahe Snaefellsnes, bedingt.

Man wird nach allen diesen Ergebnissen nicht zweifeln können, daß jene auf Grund der Sektoreneinteilung so deutlich hervortretenden Gebietsunterschiede noch in vielen andern Eigenschaften des Planktons vorhanden sein und zum Teil auch mit unsern Mitteln erkennbar sein werden. Es liegt insbesondere nahe, einzelne Gattungen und Arten auf ihr diesbezügliches Verhalten zu prüfen. Sehr geeignet erscheint dafür die Gattung *Ceratium*, für die schon vor langen Jahren Paulsen (1909, Fig. 2) verschieden gelagerte Gedeihgebiete der einzelnen Arten um Island herum festgestellt hat. Eine Rangordnungsbestimmung für die Arten der Gattung (vgl. Abb. 16) läßt zunächst in höchst charakteristischer Weise ein Vorherrschen von *C. arcticum* im arktischen Wasser erkennen. Es erstreckt sich von Sektor f bis o, d. h. über das bekannte Gebiet g—n nach jeder Seite noch um einen Sektor hinaus. *C. longipes*, das im übrigen als vorherrschende Art an erster Stelle steht, ist nicht so ausgesprochen an unsere obigen Gebiete gebunden, und ebensowenig ist der Teil des Umkreises, in dem nicht die beiden genannten Arten vorherrschen, charakteristisch.



Untersucht man die tatsächlichen Werte der einzelnen Arten (Abb. 7), so fällt, wie oben schon erwähnt, bei *C. arcticum* eine ausgeprägte Gipfelbildung im Sektor l auf, in dem als einzigem die anderen Arten gar nicht beobachtet worden sind. Es ist derjenige Sektor, in dem die Kurve der Gattung eine das Minimalgebiet g—n störend unterbrechende Gipfelbildung zeigte, die sich dann an der Kurve der kinetischen Organismen als Bestandteil eines besonderen arktischen Gedeihgebietes erwies. Wie das Minimalgebiet des Gesamt-

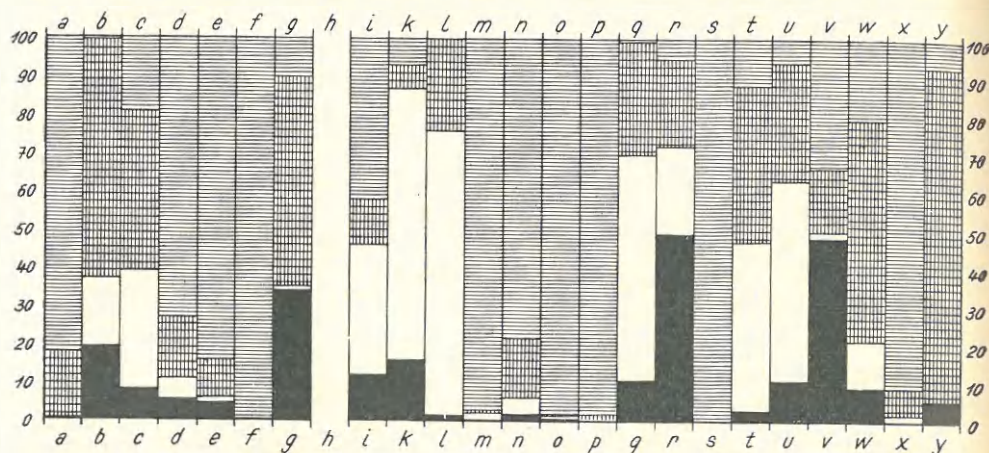


Abb. 8. Prozentualdarstellung der Planktonzusammensetzung im Umkreise Islands. a—y die Sektoren (vgl. Abb. 1). Schwarz Metazoen, weiß Protozoen, kreuzweis schraffiert Peridineen, einfach schraffiert Diatomeen.

planktons das arktische Wasser anzeigt, so auch auf eine andere Weise dieser Gipfel für *C. arcticum*. Die beiden stehen also nur scheinbar (vgl. S. 134 f.) im Widerspruch zueinander, in Wahrheit sagen sie beide dasselbe aus. Ein negatives Merkmal dieses Wassers ist darin gegeben, daß *C. fusus* an mehreren Stationen dort ganz fehlt, während es sonst fast immer vorhanden ist. *C. longipes* bezeichnet durch Hochwertigkeit einen wesentlichen Teil des Abschnittes x—f, nämlich die Sektoren y—c. Nur in diesen erreicht es logarithmische Werte über 3. Auch *C. fusus* und *C. horridum* lassen eine gewisse Bevorzugung dieses Abschnittes erkennen. Alles andere hat offenbar mit jener Grundverteilung wenig zu tun. In eigentümlicher Weise sind die Sektoren p und q bei mehreren Arten durch Reichtum, r und s durch Armut hervorgehoben. Es muß schließlich besonders betont werden, daß an der Sonderstellung des Selvogsbankgebietes (u—w), die in den obigen Kurven fast bei allen Gruppen zum Ausdruck kam, *Ceratium* keinen Anteil hat.

Man wird aus dem allen zusammen den Eindruck gewinnen, daß die Arten dieser charakteristischen Gattung wohl gewisse Züge jener Grundverhältnisse mitmachen, ja sie besonders deutlich zum Ausdruck bringen, doch daß sie ihnen auch ganz deutlich spezifische Züge anderer Art gegenüberstellen, die z. T. bemerkenswerterweise mehreren Arten der Gattung gemeinsam sind. Auf Ähnliches weisen nun auch die Verteilungsbilder einiger anderer Arten und Gattungen hin, über die ich noch einiges mitteilen will.

*Calanus finmarchicus* wurde auf Copepoditen, Nauplien und Eier hin untersucht, ergab aber kein klares Bild, was zum Teil daran liegt, daß er bei älteren Zählungen nicht artlich unterschieden wurde.

*Acartia* findet sich nur in den Sektoren a und c mit Werten über 10, in t mit einem Wert nahe 10, also in den Gedeihgebieten des Nordwestens und Südens.

*Microsetella* zeigt ein ziemlich deutliches Maximum im Bereich der Sektorengruppe o—t (südliches Gedeihgebiet).

Cladoceren kommen nur auf der Strecke y—e, also in der Sektorengruppe x—f vor (nordwestliches Gedeihgebiet).

Rotatorien sind arm in g—n, d. h. im arktischen Wasser, reich in b—d, also einem Teil des nordwestlichen Maximalgebietes, aber auch in p—u, d. h. annähernd, aber nicht genau in dem südlichen Maximalgebiet. In diesen beiden kommt neben der häufigen *Synchaeta* auch die seltenere, sonst überall fehlende Gattung *Rattulus* vor.

Appendicularien fehlen in g—n, also im kalten Wasser. Sie kommen mit Werten über 5 nur vor in den Sektoren c und d sowie p—s, also innerhalb der beiden Maximalgebiete. Ihr höchster Wert liegt im Sektor s, d. h. demjenigen, welcher den höchsten Gesamtplanktonwert hat.

*Strombidium* (einschl. *Laboea*) hat Werte über 500 nur in den Sektoren i—m, d. h. im arktischen Gebiet (g—n).

*Peridinium depressum* scheint in allen Sektoren (auch g?) außer u—w, d. h. dem Selvogsbankgebiet, vorzukommen. Es erreicht Werte über 100 nur im nordwestlichen Maximalgebiet in den Sektoren x, e und d.

*Dinophysis* verhält sich sehr ähnlich. Es kommt in den meisten Sektoren vor, fehlt aber (eine Ausnahme) in u—w (Selvogsbankgebiet) und erreicht Werte über 100 nur in den Sektoren e und d.

*Coscinodiscus* und *Rhizosolenia* fehlen ebenfalls in u—w und erreichen beide nur in e und d Werte über 100.

*Phaeoceros* fand sich im ganzen nur viermal, davon 3 Werte unter 50, während der vierte 1200 betrug. Dieser Riesenwert liegt im Sektor des höchsten Gesamtplanktonmaximums, s.

Diese Reihe kleiner Beobachtungen wird genügen, um zu zeigen, daß man überall bei der Einzeluntersuchung zu Feststellungen kommt, welche gut zu der Grundeinteilung des Umkreises stimmen. Dabei sind hier nicht etwa künstlich Fälle herausgeholt, die zu jener Grundeinteilung passen. Alle genügend häufigen Einzelformen sind hier in der Übersicht auch aufgeführt, keine ist ausgeschaltet, und es ist, wie man sieht, keine darunter, die in bezug auf die Frage nach Beziehungen zu jener Grundeinteilung versagt hätte.

Es darf somit noch einmal zum Schluß dieser Betrachtung des Umkreises Islands für den August festgestellt werden, daß die durch die geographischen Grundverhältnisse gegebene Ausprägung der Existenzbedingungen überall tief in das Gefüge des Planktons eingreift und es in allen seinen Teilen nach verhältnismäßig einfachen Regeln quantitativ und qualitativ bestimmt. Der biozönotische Aufbau des Ganzen zeigt durchaus mehr Regel als Zufälligkeit.

## B. Das Umkreisplankton der Monate Februar bis Oktober.

Das Zahlenmaterial, welches der vorstehenden Darstellung für den Monat August zugrunde liegt, konnte insofern als vollständig gelten, als Zahlenwerte für alle 24 Sektoren mit Ausnahme eines einzigen vorlagen. Für alle übrigen Monate der Zeit vom Februar bis Oktober ist das Material mehr oder weniger



fragmentarisch. Für Juni fehlt es ganz, für Mai fast ganz, für Februar und März liegt nur eine kleine Zahl Proben von der Südküste vor.

Trotzdem wird eine in gewissem Sinne vollständige Darstellung über die Planktonverteilung innerhalb dieser Monate mittels von „Isoplethen“-Diagrammen möglich sein. Diese sind in der Weise entworfen, daß auf der Grundlinie (Abszisse) die 24 Buchstaben a—y als Bezeichnungen der Sektoren, an der Seite (auf der Ordinate) die 9 Monate II bis X angegeben sind, so daß für jeden Sektor und jeden Monat ein Wert eingetragen werden kann, im ganzen also für  $9 \times 24 = 216$  Werte Raum ist. In der Tat sind Werte für gegen 100 Punkte vorhanden. Die auf Grund dieser Werte gezogenen Isolinien geben für alle genügend reichlich vertretenen Formengruppen ein mehr oder weniger deutliches, wenn auch stellenweise etwas unsicheres Bild von den jahreszeitlichen Veränderungen der Planktonverteilung im Umkreise Islands. In den Bildern ist die Anordnung der Sektoren wieder dieselbe wie in den Kurven. Vor a und hinter y liegt also der 65. Breitengrad, und zwar im Westen von Island. Zwischen m und n durchschneidet er an der Ostküste abermals die Figur. Zwischen f/g und s/t liegt der 19. Längengrad. Zur besseren Orientierung innerhalb der Südhälfte des Umkreises sei noch einmal darauf aufmerksam gemacht, daß die Sektoren u, v, w der Selvogsbank zwischen den Vestmannainseln und Kap Reykjanes entsprechen.

Eine Darstellung für das 40- $\mu$ -Gesamtplankton gebe ich hier nicht, da in ihr allzu sehr die Vorherrschaft der Diatomeen zum Ausdruck kommen dürfte. Als Grunddarstellungen sollen die der oben nur kurz besprochenen kinetischen und akinetischen Organismen dienen.

Die Diatomeen (Abb. 9), welche allein die akinetischen Organismen darstellen, zeigen jahreszeitlich ihr Hauptgedeihen im April und Mai, während Minimalwerte im Februar/März und im August/September auftreten. Räumlich lassen sie einen ziemlich klaren Unterschied der Nord- und Südhälfte des Umkreises erkennen. Die geringste Diatomeenentwicklung liegt augenscheinlich im Norden der Insel im Bereich der Sektoren d—f, ohne daß sich die Lage genauer bestimmen ließe, das stärkste Gedeihen im Bereich der Sektoren t—w, d. h. auf der Selvogsbank und in ihrer Umgebung. Eine kräftige Entwicklung hält an der ganzen Süd-, Südwest- und Südostküste während der sämtlichen Monate April bis August an. Optimale Verhältnisse bestehen offenbar auf der Selvogsbank, wo die Diatomeenbevölkerung plötzlich vom März zum April gewaltig ansteigt und den Kern eines räumlich und zeitlich von hier aus sich weiter ausbreitenden, gegen den Norden und gegen den Herbst hin allmählich nachlassenden Gedeihens ausbildet. Beachtenswert ist, daß gerade im Bereich des stärksten Gedeihens auf der Selvogsbank selbst (Sekt. u bis w) mit dem Übergang vom Juli zum August ein besonders plötzliches Absinken der Diatomeen stattfindet, und sich im August und September dort tiefere Diatomeenwerte finden als irgendwo sonst an der Südküste. In diesen Monaten ist besonders der Nordostquadrant sehr arm. Eine nochmalige, wenn auch nur geringe Steigerung des Gedeihens tritt im Osten (Sekt. l—o) im Oktober, ganz im Westen (Sektoren a, b, y) schon im September ein. Im übrigen lassen sich kaum genauere Regeln der Verteilung ablesen.

Die kinetischen Organismen (Abb. 10) unterscheiden sich von den akinetischen zunächst durch die jahreszeitliche Lage ihres Höchstgedeihens und ihres Gedeihens überhaupt. Der Anstieg geht im Frühling sehr langsam vonstatten. Höchstwerte werden auf dem ganzen Umkreis im Juli und August er-

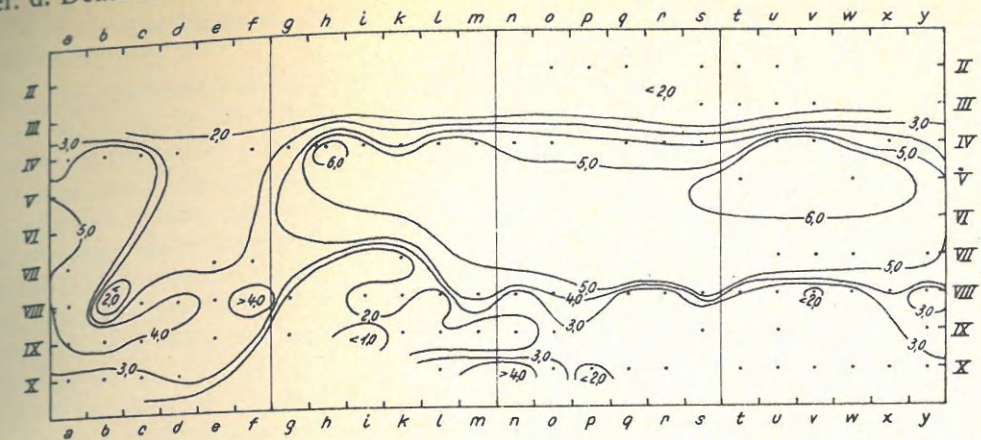


Abb. 9. Diatomeen.

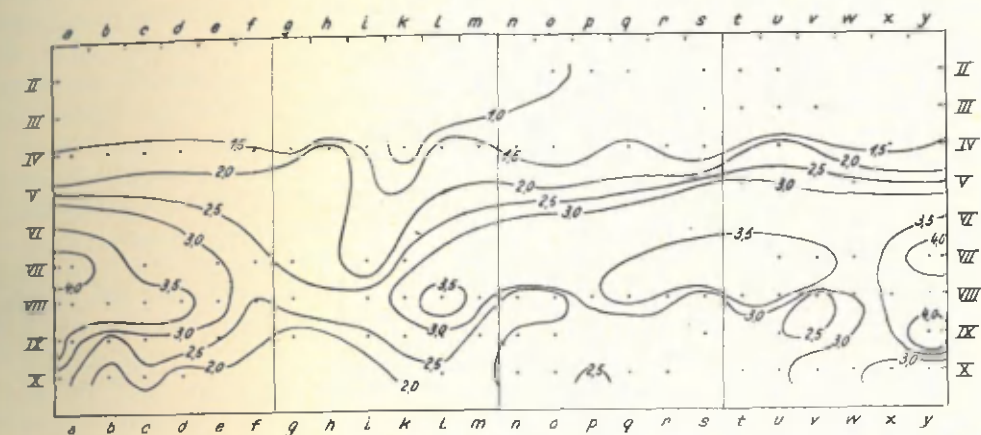


Abb. 10. Kinetische Organismen.

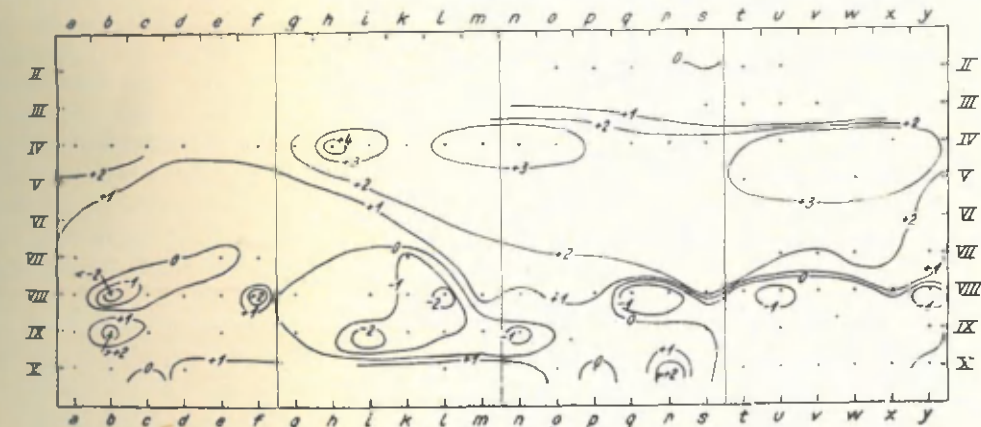
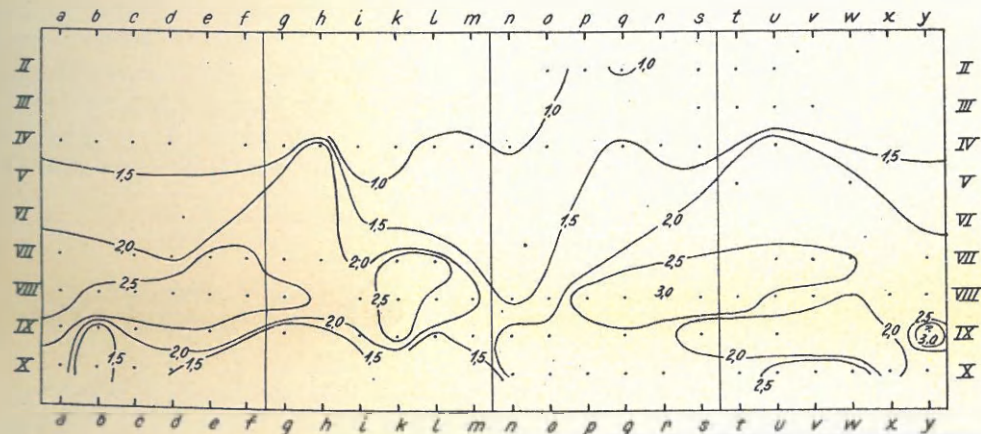


Abb. 11. Verhältnis der Akinetischen zu den Kinetischen Organismen.





reicht. Danach findet ein nur langsames Absinken statt, so daß selbst im Oktober zumal an der Südküste noch recht beträchtliche Werte ( $> 2,5$ ) vorkommen. In betreff der räumlichen Unterschiede ist die klare Ausprägung eines Minimalgebiets hervorzuheben. Es liegt im Bereich der Sektoren f—i, d. h. vor der östlichen Hälfte der Nordküste, wo Werte über 2,5 augenscheinlich nur während einer ganz kurzen Zeit erreicht werden und Werte unter 2,0 noch im Juli und schon wieder im September vorkommen, was sonst im ganzen Umkreis nirgends geschieht. Von diesem Minimalgebiet aus findet nach beiden Seiten hin eine deutliche zeitliche Ausdehnung des Gedeihens statt, die ihr Maximum in den Sektoren a und y erreicht, d. h. in der Mitte der Westküste etwa bei Snaefellsnes. Die Isolinien divergieren im großen und ganzen von dem angegebenen Minimalbereich aus nach den beiden Enden der Zeichnung zu, und die Maximalwerte, die einzigen Werte über 4,0, werden in dem ersten und letzten Sektor erreicht. Von weiteren Einzelheiten mag noch die auffallend örtliche Verarmung des kinetischen Planktons in den Sektoren u bis w im Monat August und September hervorgehoben werden, die sich einigermaßen mit derjenigen des sonst so verschiedenen akinetischen Planktons deckt.

Das Verhältnis der kinetischen zu den akinetischen Organismen (Abb. 11) läßt sich bei den vorliegenden, durchweg logarithmischen Darstellungen wieder sehr einfach durch die Differenzen ihrer Logarithmen zum Ausdruck bringen, und zwar ist wieder so gerechnet, daß die Diatomeen durch die kinetischen Organismen dividiert sind. Positive Werte drücken also ein Vorherrschen der Diatomeen, negative ein solches der kinetischen Organismen aus, die Nulllinie ihr Gleichgewicht. Bei den hohen Werten der Diatomeen in den nordischen Meeren ist aber vielleicht die Linie für 1,0 noch beachtenswerter als die für Null. Das wäre eine Linie für Punkte, an denen die Stellenzahl der absoluten Werte der Diatomeen um eins größer ist als die der kinetischen Organismen, der absolute Wert also 10mal so groß. Diese Linie  $+1$  scheint in der nördlichen Hälfte des Umkreises im Mittel zwischen Juni und Juli zu liegen, auf der südlichen zwischen Juli und August. Die Vorherrschaft der Diatomeen macht sich also in der Südhälfte des Umkreises länger geltend als in der Nordhälfte. Man darf aus diesem Verhalten nicht etwa schließen, daß die kinetischen Organismen im Norden besonders gut gedeihen. Vielmehr lehrt der Vergleich der beiden vorhergehenden Bilder, daß die Diatomeen sowohl nach der Intensität wie nach der zeitlichen Extensität ihres Gedeihens auf der Nordhälfte sehr zurücktreten, worin augenscheinlich die Hauptursache für den Verlauf unserer  $+1$ -Linie liegt. Im Bereich der Sektoren d—n treten Werte über 1 im Oktober noch einmal auf. Dadurch wird die Zeit der relativen Vorherrschaft der kinetischen Organismen hier abgeschnitten, während sie in der Südhälfte im Oktober noch durchweg und zusammenhängend bestehen bleibt. Sie kommt aber in der Nordhälfte und besonders in den Sektoren i—l, d. h. in den Meeresteilen um Langanes herum, im Spätsommer um so stärker zur Geltung.

Durch diese drei Grunddarstellungen kommen die wichtigsten Verhältnisse der Planktonverteilung augenscheinlich richtig und verständlich zum Ausdruck, insbesondere die jahreszeitlichen Veränderungen, die Unterschiede zwischen Nordhälfte und Südhälfte des Umkreises und die Eigenschaften einiger besonders ausgezeichneter Gebiete. Sie erklären sich offenbar zum Teil aus den klimatischen Verhältnissen, zum Teil wohl (so bei der Selvogsbank) aus morphologischen Bedingungen, zum Teil aus den biologischen Unterschieden der beiden Obergruppen des Planktons. Das Gesamtbild wird jedoch wesentlich lebendiger wer-



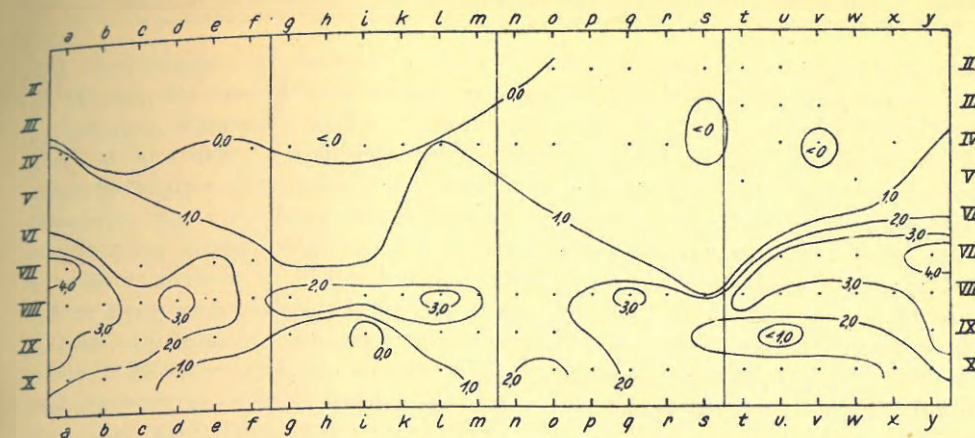
den, wenn wir auf Einzelgruppen, bis zu einzelnen Arten hinab, eingehen. Zunächst sollen noch einige Hauptgruppen des kinetischen Planktons besprochen werden.

Die Metazoen (Abb. 12) haben ihr Hauptgedeihen in den Monaten Juli bis September, im ganzen wohl in der Nordhälfte des Umkreises etwas später als in der Südhälfte. Auch ist der Zeitraum ihres Gedeihens in der Südhälfte ausgedehnter als im Norden. Insbesondere kommen dort im Oktober noch durchweg höhere Werte vor, und im Gebiet der Selvogsbank (Sekt. u—w) steigen die Werte noch einmal auf dieselben Höhen wie im Juli und August in den Maximalbereichen. Durch eine Einschnürung in den Sektoren m und n, wo die Werte unter 2,0 bleiben, in den meisten Monaten nicht einmal 1,5 überschreiten, wird das Gesamtgebiet in zwei Hälften geteilt. Die Mitte der Ostküste ist also das an Metazoen dauernd ärmste Gebiet. Ja schon im April kennzeichnet sich der Nordosten und Osten als besonders arm an Metazoen. Schließlich ist eine Lücke besonders zu beachten, die sich im Bereich der Sektoren s bis x in den Monaten August bis Oktober ausgebildet hat. Sie hat offenbar wiederum mit der Selvogsbank zu tun und stellt in erweiterter Form wieder jenen Minimalbezirk dar, der bei den Diatomeen und den kinetischen Organismen insgesamt so auffallend war. Das Bild der Metazoenverteilung ist also durchaus charakteristisch.

Die Tintinnen (Abb. 14) stellen sich nach dem Isoplethendiagramm als Spätlinge der Planktonbevölkerung dar. Bis in den Juli hinein fehlen sie an einer Anzahl Stationen ganz oder fast ganz. Insbesondere scheint der Südosten für sie den Kernbereich eines Kümmergebietes darzustellen. Ihr bestes Gedeihen zeigen sie im August und September, ja bis in den Oktober hinein. Die Höchstwerte, wenige Werte über 3, liegen dann im Westen und Nordwesten (Sekt. c und y), aber auch der vorher so arme Südosten zeigt in dieser Jahreszeit eine reiche Entwicklung der Tintinnen. Von den gewöhnlichen Erscheinungen der räumlichen Gliederung des Umkreises, einem Unterschied der Nord- und Südhälfte, einer Ost- oder Nordostlücke, einer Besonderheit des Gebietes der Selvogsbank oder dergleichen ist dagegen nichts zu bemerken.

Die Ceratien (Abb. 15), wie die beiden vorhergehenden Gruppen ein Teil der kinetischen Organismen, zeigen mit diesen in ihrer Verteilung eine weitgehende Übereinstimmung. In bezug auf die jahreszeitliche Lage der Maxima und Minima, die Einschnürung des Gedeihgebiets im Bereich der Sektoren g bis i, die Einschaltung einer Kümmerregion in den Monaten August und September im Bereich der Selvogsbank (Sekt. u—w), die Lage der absoluten Höchstwerte im ersten und letzten Sektor (a und y) stimmen beide Darstellungen gut überein. Eine gewisse Eigenart kommt darin zum Ausdruck, daß im Oktober die ganze Südhälfte des Umkreises noch reich mit Ceratien besiedelt ist. Dies Verhalten wie auch der Besiedlungswechsel in den vorhergehenden Monaten erinnert lebhaft an die bei den Metazoen beobachteten Erscheinungen, mit denen überhaupt im Spätjahr sich eine gewisse Übereinstimmung herausbildet.

Ganz besonders belebt sich das Bild des Verhaltens dieser Gattung im Umkreise, wenn man die Artenvorherrschaft bei den Ceratien (Abb. 16) auf Grund des Isoplethenschemas darzustellen sucht. Ein eigentümliches in sich geschlossenes Gebilde stellt das Herrschaftsgebiet von *C. arcticum* im August dar. Die Art waltet vor im ganzen Nordostquadranten (g—m), nach beiden Seiten noch etwas darüber hinausgreifend, während sie sonst nur in den Sektoren d und f im April an die erste Stelle rückt, dort das jahreszeitlich früheste Erscheinen der Gattung im Norden beherrschend. Sie kennzeichnet also





den Hochsommer im Bereich des am reinsten arktischen Wassers. Von den 22 Werten, die hier für den August vorliegen, sind die meisten (11) solche von *C. longipes*, während 2 weder zu dieser Art noch zu *C. arcticum* gehören. Man gewinnt aus dem Gesamtbilde den lebhaften Eindruck, daß in die vorherrschende *longipes*-Bevölkerung der isländischen Küstengewässer im Hochsommer einerseits eine spezifische Nordbevölkerung, andererseits eine spezifische Südbevölkerung eingesprengt ist, die letztere durch die Arten *fusus*, *tripos* und *horridum*, auch *furca* gekennzeichnet. Das Verhalten der beiden ist jedoch insofern ganz verschieden, als die erstere nur sehr kurzfristig zur Vorherrschaft gelangt, die letzteren aber mehr oder weniger das ganze Jahr hindurch maßgebende Bedeutung haben können. Dabei scheint *C. horridum* als Frühlings- und Herbstform bewertet werden zu müssen, die im Hochsommer durch *C. fusus* verdrängt wird. Diese Art kommt dann auch im Nordwestquadranten (Sekt. a und e) und im Südostquadranten (Sekt. o bis q) bis an das arcticum-Gebiet heran vor. *C. tripos* (und *furca*?) verhält sich ähnlich wie *fusus*, beschränkt sich aber ganz auf die Südhälfte des Umkreises. — Eine Beziehung dieser mehr qualitativen Darstellung auf die quantitative ist nur sehr unvollkommen ausführbar und läßt allgemeine Regeln kaum erkennen. Die eine ist mehr mittels des Leitformenprinzips auf Grund der Strömungen, die andere mehr mittels des Bevölkerungsprinzips auf Grund der Produktionsfaktoren deutbar, ohne daß jedoch eine scharfe Scheidung in dieser Beziehung möglich wäre.

Zur weiteren Beleuchtung der Verhältnisse von verschiedenen Seiten her sollen nun noch einige Einzelformen kurz besprochen werden, eine Peridineengattung, eine Metazoengruppe und mehrere Copepodengattungen, schließlich einige Gattungen der Diatomeen.

Die Gattung *Dinophysis* (Abb. 17) fehlt im April noch so gut wie ganz. Wie es mit ihrem Auftreten im Mai und Juni steht, ist aus der Darstellung nicht zu erkennen. Vom Juli bis Oktober ist sie gut vertreten, jedoch im wesentlichen nur im Süden und Westen des Gebiets. Die Sektoren f bis n, d. h. die östliche Hälfte der Nordküste und die Ostküste, haben höchstens ganz niedrige Werte. An der Westküste klingt die Wucherung mit dem Kern im August bald wieder ab, während sie an der Südküste im September und selbst im Oktober noch gut entwickelt ist. Der Sektor v, d. h. die Selvgosbank, scheint das Gedeihen besonders zu fördern.

Zur weiteren Erklärung des Verhältnisses der Metazoen habe ich zunächst das Verhältnis der Nauplien und Copepoden zueinander untersucht, doch war der Erfolg nicht sehr befriedigend. Es scheint jedoch, daß im Gebiet i bis n, d. h. im kalten Wasser des Nordostens und Ostens, im ganzen die Copepoditen (und Erwachsenen) verhältnismäßig reichlicher sind. Ferner nehmen im allgemeinen im Spätjahr die Copepoditen gegenüber den Nauplien zu, im Oktober werden aber an der Südküste die Nauplien wieder verhältnismäßig reicher. Im ganzen sind unter 85 Fällen 10, in denen die Copepoditen vorherrschen, also etwa 12%.

Als selbständige Gruppe wurden die Gastropoden (Abb. 13) untersucht, die in der Hauptsache Pteropoden (*Limacina* juv.), doch stellenweise auch Schneckenlarven sind. Sie treten vom Juli an, in den meisten Sektoren jedoch erst im August auf. An der ganzen Südküste und bis über die Mitte der Westküste hinauf sind sie noch bis zum Oktober gut vorhanden, ja erreichen im Süden erst dann ihr Maximum, während sie es im Nordwesten im August schon hatten. Am reichlichsten sind während des ganzen Jahres die Sektoren h—n, also das kälteste

früheste Erscheinen der Gattung im Norden beherrschend. Sie kennzeichnen also



Wasser; in den Sektoren i und m wurden auch im August und September keine Gastropoden festgestellt.

Drei weniger häufige Gattungen der Copepoden, *Acartia*, *Calanus* und *Microsetella*, zu denen auch die noch seltenere *Temora* gefügt werden kann (Abb. 18–20), zeigen bei aller Verschiedenartigkeit doch einiges Gemeinsame. In den Sektoren l und m, also dem kältesten Wasser, als einzigen fehlen sie so gut wie ganz. Relativ reichlich sind sie alle in den Sektoren u–w, d. h. auf der Selvogsbank, vertreten, doch dehnt sich bei *Microsetella* und *Calanus* die Verbreitung in der späteren Jahreszeit über die ganze Südküste aus. *Acartia* ist hier schwach, doch *Temora* verhältnismäßig gut entwickelt. Beide zeigen ihr stärkstes Gedeihen in den nordwestlichen Sektoren a–e, wo auch *Microsetella* gut gedeiht, doch erst im Herbst.

Ein sehr regelmäßiges und hochwertiges Gedeihgebiet hat *Calanus finmarchicus* (Abb. 19) längs der ganzen Nordküste (d–k) in den Monaten Juli und August. Das ist jenes Gebiet üppigster Wucherung, in dem die sommerlichen Heringschwärme auf Grund dieser Copepodenmengen auftreten. Es verdient wohl Beachtung, daß diese Wucherung sich mit der von uns angewandten Methode, d. h. mit Oberflächenproben von 5 Litern, in klarer Weise zur Darstellung bringen läßt, obwohl das Auftreten von *Calanus* ein unregelmäßig schwarmweises ist.

Die beiden mit Vorliebe von mir untersuchten Diatomeengattungen *Chaetoceros* (ohne *Phaeoceros*) und *Thalassiosira* (Abb. 21) zeigen in klarer Übereinstimmung ein Hauptgedeihen in den Sektoren t–w, d. h. auf der Selvogsbank. Es tritt im April ziemlich plötzlich hervor und klingt dann bis zum Juli oder August langsam ab. Bei *Chaetoceros* dehnt es sich schließlich von s–y aus. Später sind die Verhältnisse ziemlich unübersichtlich. Bei beiden Gattungen tritt eine Verarmung ein, klarer und früher bei *Thalassiosira* als bei *Chaetoceros*. Diese zeigt eine besondere Verarmung in den kalten Sektoren g–m, zumal den östlichen k–m, während sie im Frühling gerade hier ein besonders kräftiges selbständiges Gedeihen, wesentlich durch *Ch. sociale* bedingt, gehabt hatte.

Ich habe ferner noch, hauptsächlich auch weil Ove Paulsen besonderen Wert auf ihre Untersuchung und das nach ihr benannte Plankton legt, die Gattung *Asterionella* bearbeitet. Ihr Bild (Abb. 22) ist in der Tat von großer Klarheit und Einfachheit. Wieder liegt die Höchstentwicklung auf der Selvogsbank, ziemlich plötzlich im April, obwohl leise schon im Februar beginnend, aber teilweise noch im Juli in ungeminderter Stärke nachzuweisen. Das Gedeihgebiet erstreckt sich etwa vom Sektor o bis a, also über die ganze Südküste und die südliche Westküste. Das Verhalten der Gattung im Mai und Juni ist leider nicht erkennbar. Vom Juli zum August bricht das Hauptgedeihen augenscheinlich recht plötzlich zusammen. Offenbar unabhängig von dem Hauptgedeihen des Frühlings und Frühsommers tritt im Herbst noch eine schwächere Entwicklung von *Asterionella* auf, im Nordwestquadranten im September, an der Südküste jedoch erst im Oktober. Wenn man das Bild dieser Gattung mit dem von *Chaetoceros* vergleicht, so wird man überrascht sein von seiner klaren Regelmäßigkeit.

Schließlich habe ich noch *Biddulphia aurita* (Abb. 23) und nebenbei auch *Corethron* untersucht. Die letztere, die den Individuenzahlen nach eigentlich zu schwach für eine derartige Darstellung ist, zeigt Vorkommnisse vom August bis Oktober, durch das ganze Gebiet zerstreut, doch mit dem immerhin erkennbaren stärksten Gedeihen wieder auf der Selvogsbank. *Biddulphia* dagegen fehlt dort

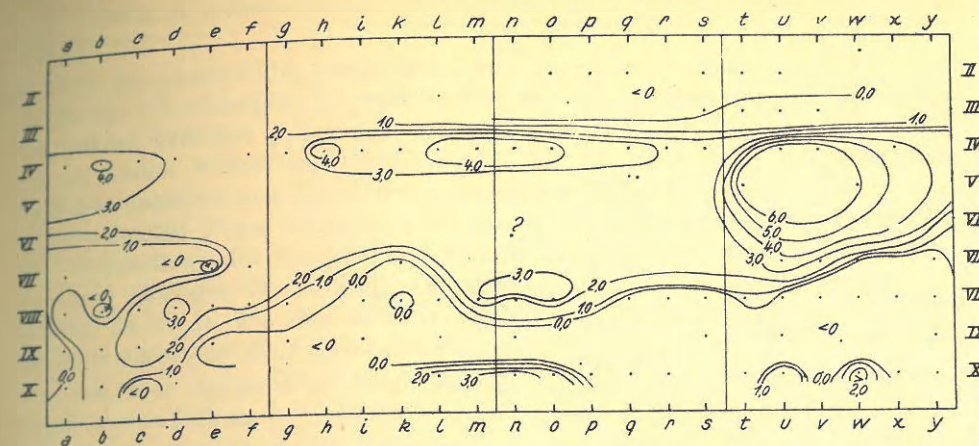
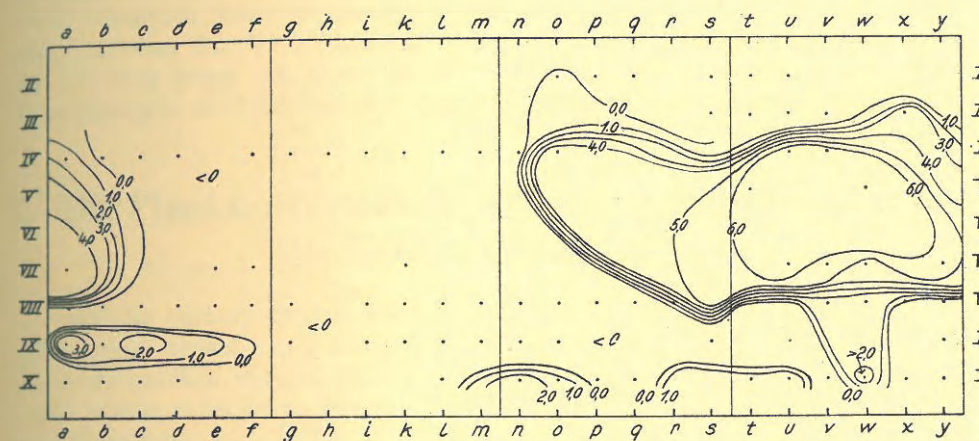
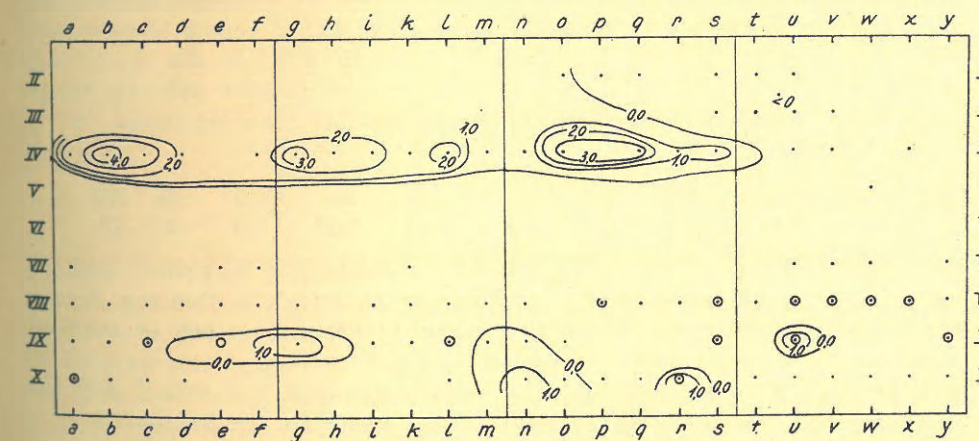
Abb. 21. *Thalassiosira*.Abb. 22. *Asterionella*.Abb. 23. *Biddulphia aurita*. ○ Vorkommen von *Corethron*.

Abb. 21–23. Isoplethen des „Umkreis“-Planktons für die Monate Februar bis Oktober.

Zu den Zahlen vgl. Seite 126.

E. Hentschel: Die Planktonbevölkerung der Meere um Island.



In ihrer Hauptentwicklungszeit, dem April, durchaus. Sie scheint ausgezeichnet durch ein kurzfristiges, im wesentlichen nur auf diesen einzigen Monat beschränktes Gedeihen (allerdings liegen für Mai und Juni keine Werte vor!), das im kalten Wasser recht kräftig ist, sich aber auch auf die Osthälfte der Südküste ausdehnt und nur, soweit meine Beobachtungen reichen, den Südwesten Islands freiläßt. Diese merkwürdige Art, von der noch einmal unten (S. 190) bei der Besprechung der Buchten und Fjorde die Rede sein wird, verlangt wohl zu ihrer richtigen Beurteilung eine genauere Kenntnis ihres Verhaltens im Winter, da sie ja, wie man sieht, im Herbst von neuem auftritt. Jedenfalls hat sie ganz eigentümliche Lebensbedingungen. —

Das hier dargebotene Isoplethenmaterial über den Jahreskreislauf der Planktonentwicklung im Umkreis von Island ließe sich leicht noch beträchtlich auf Grund unserer Kartei vermehren. Beispielsweise würde ein genaueres Studium der verschiedenen *Ceratium*-Arten sicherlich von Wert sein. Immerhin wird wesentlich Neues in bezug auf das Gesamtbild kaum mehr zu erwarten sein, nachdem das Vorhergehende recht klar die Grundregeln der Verteilung an den Tag gelegt hat. Auch würde ja leider auch der Hauptmangel dieser Darstellungen, die Lücke im Mai und Juni, immer bestehen bleiben.

## 2. Die Planktonverteilung längs einer Hauptlinie durch das Gebiet, der „Basis“.

Wie im vorhergehenden eine Ringlinie um die Insel Island als Mittel zu einer ersten Orientierung benutzt wurde, soll nunmehr eine zweite Linie genauer besprochen werden, die das Gebiet der Untersuchung durchquert. Diese Linie wurde zunächst so gewählt, daß möglichst viel Material aus ihrer nächsten Umgebung vorlag: Es ist ungefähr die Hauptfahrtlinie von Deutschland nach Reykjavik. Sie tritt noch im Raume der Nordsee in der Südostecke des Untersuchungsgebietes in dieses ein, verläuft zwischen Schottland und den Orkneyinseln hindurch und berührt die Vestmannainseln und Kap Reykjanes. Theoretisch läßt sie sich derart bestimmen, daß man alle Punkte verbindet, welche getroffen werden, wenn man von einem ihrer Punkte aus (z. B. 61° N, 11° W) immer um einen halben Breitengrad und zwei Längengrade fortschreitet, also z. B.

NBr	63°	62,5°	62°	61,5°	61°	60,5°	60°	59,5°	59°
WL	19°	17°	15°	13°	11°	9°	7°	5°	3°

Um diese Linie zu kennzeichnen, wurde jedem dieser Punkte ein Feld zugeordnet gedacht, das sich in Karten der Merkatorprojektion ungefähr als ein Quadrat darstellt, in dessen Mittelpunkt der betreffende Punkt liegt, und das einen Breitengrad hoch und zwei Längengrade breit ist (Abb. 1). Man erkennt leicht, daß diese Felder sich in ununterbrochener Reihe aneinander schließen und daß je zwei benachbarte um einen halben Breitengrad gegeneinander verschoben sind. Die „Quadrate“ wurden nach den durch ihre Mittelpunkte gehenden Längengraden (also entsprechend der unteren von den beiden obigen Zahlenreihen) numeriert, d. h., wenn man die Linie von der nördlichen Nordsee bis zur Küste Grönlands fortgesetzt denkt, mit den ungeraden Zahlen von 1 bis 33. Alle aus einem Quadrat vorliegenden Werte wurden sozusagen als in seinem Mittelpunkte konzentriert gedacht, so daß also Reihen von gleichabständigen Werten ent-



standen, die zur Kennzeichnung der Planktonverteilung längs der Linie geeignet sind.

Ich bezeichne diese Linie im folgenden als die „Basis“. Sie läuft ungefähr parallel dem Shetland-Färöer-Island-Grönland-Rücken und stellt einen Querschnitt der Oberfläche des nordatlantischen Ozeans senkrecht zur Hauptrichtung des Golfstroms dar.

Die Untersuchung dieser Linie hat verschiedene Vorzüge. Gegenüber der vorbesprochenen gestattet sie, landnahe mit landfernen Gebieten zu vergleichen, zugleich aber südlichere mit nördlicheren Breiten. Infolge ihrer Geradlinigkeit ist die Planktonverteilung längs ihres Verlaufs um vieles leichter zu veranschaulichen als bei der Ringlinie um Island. Auch für Isoplethendarstellungen in bezug auf eine Reihe von Monaten ist sie besonders geeignet, und ferner würde sie gestatten, als eine „Basis“ im geometrischen Sinne des Wortes, die Veränderungen nach beiden Seiten hin längs in ihren Hauptpunkten senkrecht zu ihr stehenden Linien einfach darzustellen.

Ich lege der Betrachtung die in den Abbildungen gegebenen Isoplethendarstellungen für die Monate Februar bis Oktober zugrunde. Um eine richtige Bewertung des Materials zu ermöglichen, schicke ich eine Übersicht voraus, welche die Anzahl der Proben angibt, die den Einzelwerten dieser Darstellung zugrunde liegen. Dabei besagen Zahlen in Klammern, daß nicht für alle Gruppen des Planktons die Zahl der untersuchten Proben so groß war wie angegeben.

Zahlentafel 4

	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
II					4	12	5								
III				1	23	9	3	1	1	2	1	(3)	1		
IV				1	1	1									
V				1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
VI										2					
VII			1	(2)	2	1	1	2	2	1	2	1			
VIII	1		(3)	(11)	(11)	3		2	2	2	1				
IX			1	1	1	1									
X			1	2	3	1									
$\Sigma$	1		6	19	46	29	10	7	6	9	5	2	5	2	1

Zahlentafel 5. 40- $\mu$ -Gesamtplankton

	29	27	25	23	21	19	17
II					102	46	85
III				7 669	68	105	148
IV				17 800	7 208 320	2 558	
V				5 292 584	7 529 411	5 455 019	57 700
VI							
VII			762 166	344 454	1 718 589	8 258	79 828
VIII	1 494		11 558	23 308	280	127 660	
IX			15 605	14 061	435	1 090	
X			664	1 424	2 004	894	

Zwecks Beziehung der „Basis“ auf die Karte sei noch die Lage einiger ihrer Hauptpunkte angegeben (vgl. Abb. 1).

- 3 innerhalb der Orkneyinseln
- 9 Färöerbank (F.B.)
- 19 südlich von Dyrhólaey (Portland)
- 21 auf der Selvogsbank (S.B.)
- 23 bei Reykjanes
- 25 südwestlich von Snaefellsnes } vor der Faxabucht.

In dem Bereich 19—23 berührt, wie man sieht, die „Basis“ den „Umkreis“.

Es mag hier wieder von einer Betrachtung des 40- $\mu$ -Gesamtplanktons ausgegangen werden. Ich gebe keine Isoplethendarstellung dafür, sondern nur eine Zahlentafel der absoluten Werte (Zahlentafel 5). Diese weist 10 siebenstellige Zahlen auf. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürfen sie in einem Querschnitt in der Mitte des Bildes zusammengefaßt werden, obwohl einige Juniwerte fehlen, die über die Strecke von 17° bis 13° Auskunft gäben. Der einzige Wert aus dem Juni (Feld 11) beträgt über 4 Millionen, aber die Felder 19—23 zeigen schon im Mai Zahlen über 5 Millionen, das Feld 21 selbst im April einen Wert über 7 Millionen. In diesem Felde, d. h. also im Bereich der Selvogsbank, scheinen nicht nur die höchsten Werte überhaupt vorzukommen (es sei denn, daß sich etwa in der nördlichen Nordsee [Feld 1] im Hochsommer noch höhere finden), sondern es ist auch das einzige, in dem siebenstellige Zahlen vier Monate hindurch zu beobachten sind. Dies starke Gedeihen im Frühling und Frühsommer wird um so auffallender, da ihm eine besonders ausgeprägte Kümmerzeit im Vorfrühling und Spätsommer (III und VIII) gegenübersteht. Als ein Gegenstück dazu erscheint das Feld 11. Die Dichte des 40- $\mu$ -Planktons erreicht dort nicht 5 000 000. Von dem Maximum im Juni fallen schon Mai und Juli auf 6- bzw. 5stellige Zahlen ab. Andererseits aber zeigen noch März und August relativ hohe Werte. In diesem rein ozeanischen Bereich erscheinen also die jahreszeitlichen Schwankungen viel geringer als in jenem Schelfgebiet. Ähnlichkeit mit dem letzteren zeigt das Schelfgebiet der nördlichen Nordsee (Felder 1 und 3) insofern, als es schon im Mai Werte über 1 Million aufweist, doch ist dort über die folgenden Monate und den April nichts bekannt, woran sich entscheiden ließe, wie weit diese Ähnlichkeit geht.

Dreistellige, z. T. selbst zweistellige Werte sind im Frühling und Herbst von 21 bis 17 festzustellen (auch 25 im X). Manches scheint darauf hinzudeuten,

für die „Basis“. — Zahlen für 10 Liter.

15	13	11	9	7	5	3	1
1 806	657	3 092	1 599		1 499	13 960	
317 678	3 514	18 973	2 434	14 335	62 270	1 111 370	1 977 496
44 822	74 973	4 277 963	2 181 914	1 259 880			
1 005	13 827	172 506	78 908				
		97 565					

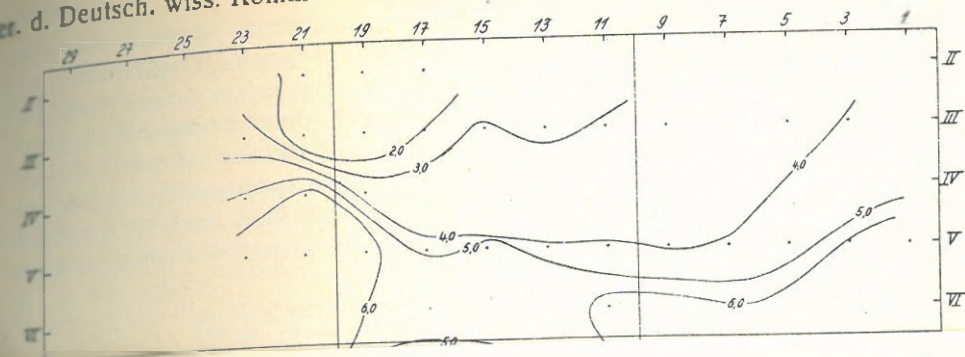


daß diese Kümmergebiete im Winter sich weiter südwärts ausdehnen, wie ja durchaus zu erwarten ist. Der Übergang zwischen warmer und kalter Jahreszeit ist augenscheinlich im Frühling schneller als im Herbst, was besonders deutlich wird, wenn man sich die etwas unregelmäßigen Verhältnisse des Hochsommers im Feld 19 mehr ausgeglichen denkt. Allem Anschein nach nimmt aber, wie in bezug auf Feld 11 schon erörtert, der jahreszeitliche Unterschied in der Planktonproduktion von Nordwesten nach Südosten ab. Eine Abnahme der Planktonproduktion des Jahres als ganzen zwischen Island und Grönland — oder vielmehr mit der Entfernung von der Küste? — scheint in manchen Zahlenverhältnissen angedeutet zu sein. Das Wenige, was über den Februar bekannt ist, dürfte für die betreffenden Meridiane den Tiefstand der Planktonproduktion zum Ausdruck bringen. Man wird sich vorzustellen haben, daß von Oktober bis Januar in den Feldern 25 bis 15 oder 13 dreistellige Zahlen herrschen, die dann im Februar, vielleicht schon im Januar zum Teil auf zweistellige hinabgehen. Maximum und Minimum der Planktonentwicklung scheinen im allgemeinen auf der „Basis“ im Juni und Februar zu liegen. Sie sind dann also in der Periode des Aufstiegs durch vier Monate, in der des Abstiegs durch acht voneinander getrennt.

Es wäre nun weiter zu fragen, wie sich zu der beschriebenen räumlichen und jahreszeitlichen Verteilung des 40- $\mu$ -Gesamtplanktons längs der Basis die einzelnen größeren und kleineren Planktongruppen und -formen verhalten. Dabei soll wiederum von den früher schon benutzten Haupttypen ausgegangen werden. Man bemerkt alsbald, wenn man die Abbildungen auch nur flüchtig durchsieht, daß die Verteilung der Diatomeen (Abb. 25) bei weitem die deutlichsten Beziehungen zu der des Gesamtplanktons aufweist<sup>1)</sup>. Ihre hohen Zahlen beherrschen besonders in der Jahreszeit um den Juni herum die Werte. Auch vorher, schon vom Februar an, zeigen sie gute Übereinstimmungen damit. Vom August an aber sind die beiden Arten der Zahlenverteilung einander entschieden fremd. Nur in wenigen Punkten scheint ein Zusammenstimmen noch angedeutet zu sein. Charakteristische Züge dieser Monate werden besser aus dem Verhalten der anderen Gruppen deutbar als aus dem der Diatomeen. Man könnte also geneigt sein, in bezug auf den Planktonzustand längs der Basis eine Grenze zu ziehen zwischen dem Juli und dem August. Eine genauere Prüfung zeigt jedoch, daß diese Betrachtung der Tatsachen den Verhältnissen nicht gerecht wird. Ich komme darauf später noch zurück.

Einen tieferen Einblick in das Verhalten der Diatomeen längs der Basis gewähren die Sonderdarstellungen der Gattungen *Chaetoceros*, *Thalassiosira* und *Asterionella* sowie eine solche über die „vorherrschende Gattung“ (Abb. 24). Die drei genannten Gattungen lassen Hauptzüge der Gedeihgebiete der Diatomeen insgesamt ziemlich deutlich wiedererkennen. Ein genauerer Vergleich zeigt, daß sie zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Ausdehnung für die Entstehung dieser Gedeihgebiete maßgebend sind. Obwohl *Chaetoceros* diejenige Gattung ist, die im Gesamtbilde bei weitem am häufigsten die erste Stelle der Rangordnung einnimmt, steigt sie doch nur an einer Stelle, in Feld 21 im April, zu einer siebenstelligen Zahl (für 10 Liter) auf und wird gerade dort noch von *Thalassiosira* übertroffen. Nur in drei östlichen Feldern erreicht sie die Vorherrschaft mit sehr hohen Werten, die etwa die Hälfte der dortigen Millionenzahl der Diatomeen ausmachen (Feld 7 im Juli, Feld 3 und 1 im Mai). Wie die Vorherrschaftsdarstellung zeigt, spielt für das Höchstgedeihen eine wich-

<sup>1)</sup> Deswegen konnte auf dessen graphische Darstellung verzichtet werden.



August im Felde 25, d. h. da, wo die Diatomeen überhaupt auf die niedrigste Zahl herabsinken, ja beinahe ganz verschwunden sind. Dagegen hat *Thalassiosira* 15 Nullwerte. Und während diese vier Millionenwerte besitzt, hat jene nur einen. *Asterionella* schließlich hat die größten Kontraste aufzuweisen. Die Zahl ihrer Nullwerte ist 30, die Zahl ihrer Millionenwerte 5, darunter der höchste (5½ Mill.), der überhaupt vorkommt. Die Gattung zeigt eine typische Küstengebundenheit sowohl in Nordwesten wie im Südosten, während sie in dem ozeanischen Gebiet von 6° bis 14° WL überhaupt nicht beobachtet wurde. In den Quadraten 19—23 dürfte sie den ganzen Winter hindurch nachweisbar sein.



daß diese Kümmergebiete im Winter sich weiter südwärts ausdehnen, wie ja durchaus zu erwarten ist. Der Übergang zwischen warmer und kalter Jahreszeit ist augenscheinlich im Frühling schneller als im Herbst, was besonders deutlich wird, wenn man sich die etwas unregelmäßigen Verhältnisse des Hochsommers im Feld 19 mehr ausgeglichen denkt. Allem Anschein nach nimmt aber, wie in bezug auf Feld 11 schon erörtert, der jahreszeitliche Unterschied in der Planktonproduktion von Nordwesten nach Südosten ab. Eine Abnahme der Planktonproduktion des Jahres als ganzen zwischen Island und Grönland — oder vielmehr mit der Entfernung von der Küste? — scheint in manchen Zahlenverhältnissen angedeutet zu sein. Das Wenige, was über den Februar bekannt ist, dürfte für die betreffenden Meridiane den Tiefstand der Planktonproduktion zum Ausdruck bringen. Man wird sich vorzustellen haben, daß von Oktober bis Januar in den Feldern 25 bis 15 oder 13 dreistellige Zahlen herrschen, die dann im Februar, vielleicht schon im Januar zum Teil auf zweistellige hinabgehen. Maximum und Minimum der Planktonentwicklung scheinen im allgemeinen auf der „Basis“ im Juni und Februar zu liegen. Sie sind dann also in der Periode des Aufstiegs durch vier Monate, in der des Abstiegs durch acht voneinander getrennt.

Es wäre nun weiter zu fragen, wie sich zu der beschriebenen räumlichen und jahreszeitlichen Verteilung des 40- $\mu$ -Gesamtplanktons längs der Basis die einzelnen größeren und kleineren Planktongruppen und -formen verhalten. Dabei soll wiederum von den früher schon benutzten Haupttypen ausgegangen werden. Man bemerkt alsbald, wenn man die Abbildungen auch nur flüchtig durchsieht, daß die Verteilung der Diatomeen (Abb. 25) bei weitem die deutlichsten Beziehungen zu der des Gesamtplanktons aufweist<sup>1)</sup>. Ihre hohen Zahlen beherrschen besonders in der Jahreszeit um den Juni herum die Werte. Auch vorher, schon vom Februar an, zeigen sie gute Übereinstimmungen damit. Vom August an aber sind die beiden Arten der Zahlenverteilung einander entschieden fremd. Nur in wenigen Punkten scheint ein Zusammenstimmen noch angedeutet zu sein. Charakteristische Züge dieser Monate werden besser aus dem Verhalten der anderen Gruppen deutbar als aus dem der Diatomeen. Man könnte also geneigt sein, in bezug auf den Planktonzustand längs der Basis eine Grenze zu ziehen zwischen dem Juli und dem August. Eine genauere Prüfung zeigt jedoch, daß diese Betrachtung der Tatsachen den Verhältnissen nicht gerecht wird. Ich komme darauf später noch zurück.

Einen tieferen Einblick in das Verhalten der Diatomeen längs der Basis gewähren die Sonderdarstellungen der Gattungen *Chaetoceros*, *Thalassiosira* und *Asterionella* sowie eine solche über die „vorherrschende Gattung“ (Abb. 24). Die drei genannten Gattungen lassen Hauptzüge der Gedeihgebiete der Diatomeen insgesamt ziemlich deutlich wiedererkennen. Ein genauerer Vergleich zeigt, daß sie zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Ausdehnung für die Entstehung dieser Gedeihgebiete maßgebend sind. Obwohl *Chaetoceros* diejenige Gattung ist, die im Gesamtbilde bei weitem am häufigsten die erste Stelle der Rangordnung einnimmt, steigt sie doch nur an einer Stelle, in Feld 21 im April, zu einer siebenstelligen Zahl (für 10 Liter) auf und wird gerade dort noch von *Thalassiosira* übertroffen. Nur in drei östlichen Feldern erreicht sie die Vorherrschaft mit sehr hohen Werten, die etwa die Hälfte der dortigen Millionenzahl der Diatomeen ausmachen (Feld 7 im Juli, Feld 3 und 1 im Mai). Wie die Vorherrschaftsdarstellung zeigt, spielt für das Höchstgedeihen eine wich-

<sup>1)</sup> Deswegen konnte auf dessen graphische Darstellung verzichtet werden.

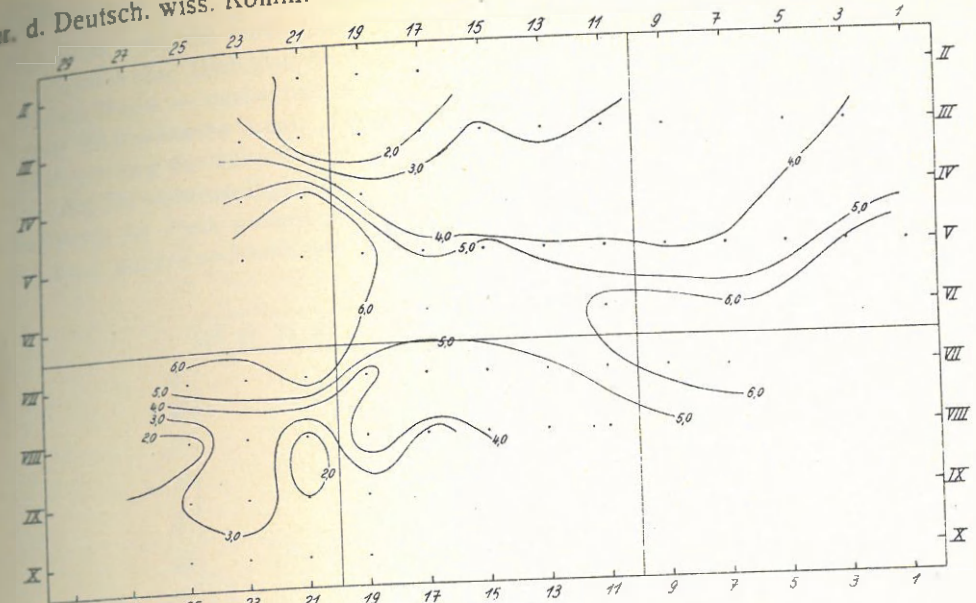


Abb. 25. Diatomeen.

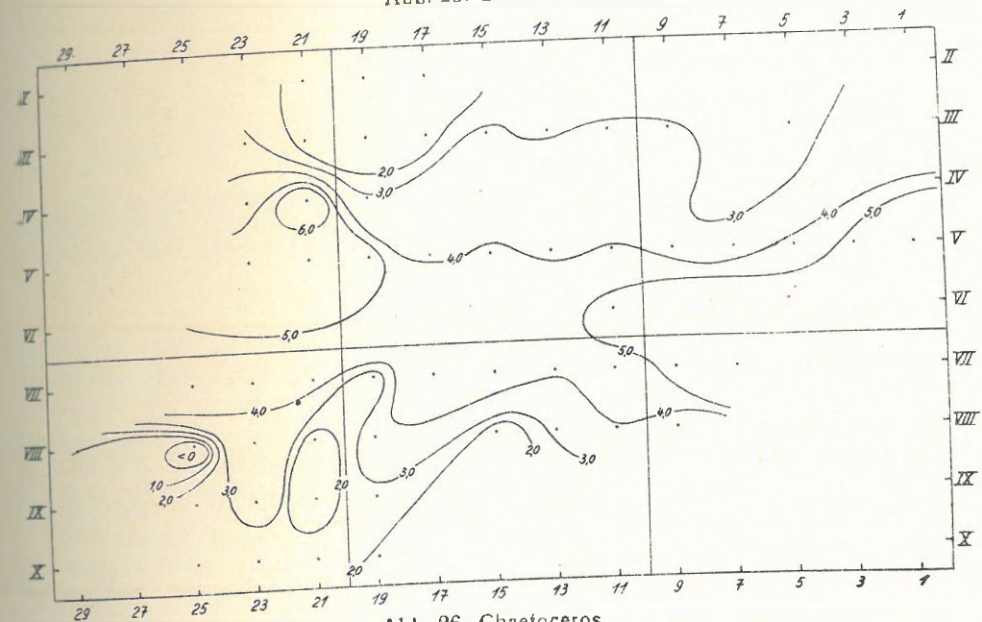
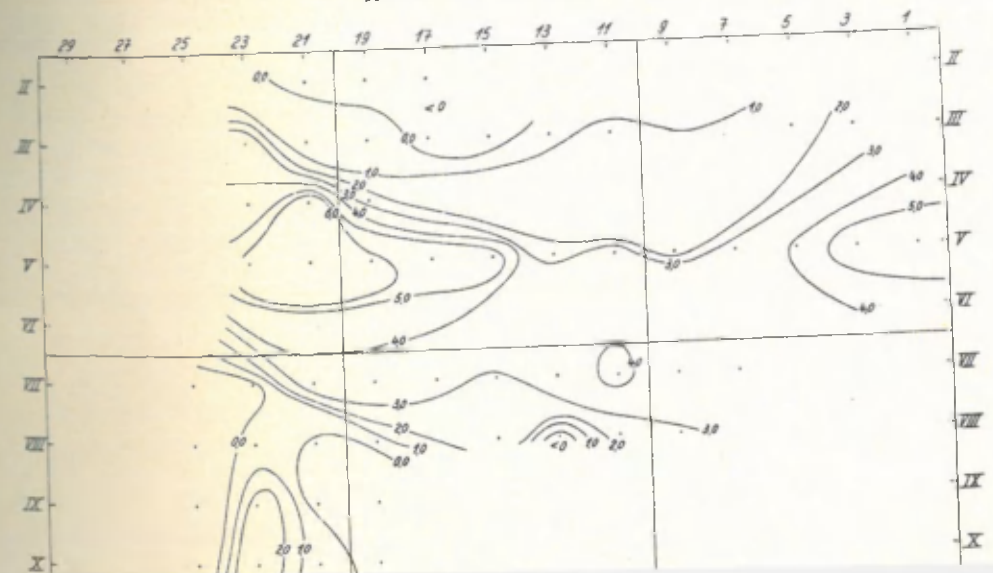


Abb. 26. Chaetoceros.





tige Rolle auch die nicht genauer untersuchte Gattung *Nitzschia*. In der Tat ist im Bereich der Diatomeenwerte über 1 Million (6,0) — es gibt im ganzen 10 solcher Werte — vorherrschend: *Asterionella* 4mal, *Chaetoceros* 3mal, *Nitzschia* 2mal, *Thalassiosira* 1mal. *Asterionella* ist, wie seit langem bekannt, die Charaktergattung der isländischen Küstengewässer. Sie beherrscht in unserer Darstellung die siebenstelligen Werte der Felder 19 bis 23 im Mai und Juli, sicherlich auch im Juni, außerdem den einzigen sechsstelligen Wert des August und ein paar andere sechsstellige Gebiete. Ihr Vorherrschaftsgebiet scheint ziemlich

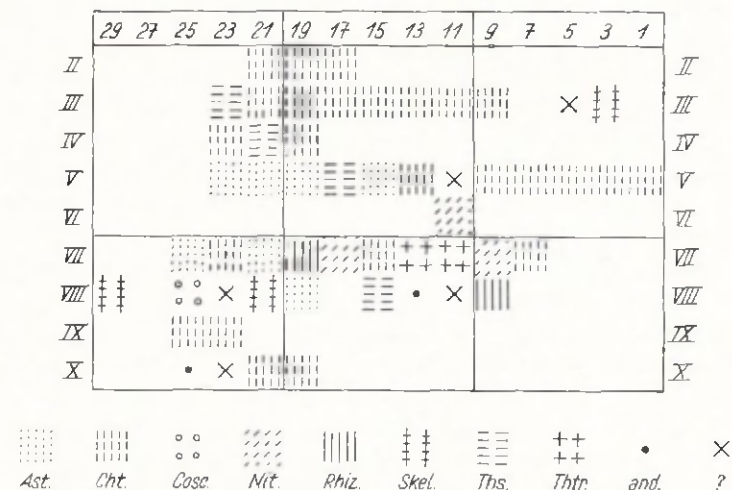


Abb. 24. Vorherrschende Diatomeengattungen längs der „Basis“ (vgl. Abb. 25).  
Ast. *Asterionella*, Cht. *Chaetoceros*, Cosc. *Cocconeodiscus*, Nit. *Nitzschia*, Rhiz. *Rhizosolenia*, Skel. *Skeletonema*, Ths. *Thalassiosira*, Thtr. *Thalassiotrix*, and. andere, ? unbestimmt.

in sich geschlossen zu sein. *Thalassiosira* geht ihr jahreszeitlich im Gedeihen augenscheinlich etwas voraus und kann in dieser Zeit sie sogar übertreffen (IV, 21). *Chaetoceros* umgibt als vorherrschende Gattung mehr oder weniger das Gedeihgebiet jener beiden. *Nitzschia* erlangt erst in der späteren Jahreszeit im Bereich der offenen See (17—9) die Vorherrschaft, und zwar, wie gesagt, z. T. bei sehr hohen Werten der Diatomeen insgesamt.

Die Sonderdarstellungen für *Chaetoceros* (Abb. 26), *Thalassiosira* (Abb. 27) und *Asterionella* (Abb. 28) zeigen auch, daß die jahreszeitlichen Schwankungen bei den drei Gattungen in ihren Gradienten sehr verschieden sind. *Chaetoceros* ist ziemlich gleichmäßig verteilt, während *Thalassiosira* weit größere Kontraste zeigt. Bei *Chaetoceros* kommt nur ein einziger Nullwert vor, und zwar im August im Felde 25, d. h. da, wo die Diatomeen überhaupt auf die niedrigste Zahl herabsinken, ja beinahe ganz verschwunden sind. Dagegen hat *Thalassiosira* 15 Nullwerte. Und während diese vier Millionenwerte besitzt, hat jene nur einen. *Asterionella* schließlich hat die größten Kontraste aufzuweisen. Die Zahl ihrer Nullwerte ist 30, die Zahl ihrer Millionenwerte 5, darunter der höchste ( $5\frac{1}{2}$  Mill.), der überhaupt vorkommt. Die Gattung zeigt eine typische Küstengebundenheit sowohl in Nordwesten wie im Südosten, während sie in dem ozeanischen Gebiet von  $6^\circ$  bis  $14^\circ$  WL überhaupt nicht beobachtet wurde. In den Quadraten 19—23 dürfte sie den ganzen Winter hindurch nachweisbar sein.

diejenige Gattung ist, die im Gesamtbilde bei weitem am häufigsten die erste Stelle der Rangordnung einnimmt, steigt sie doch nur an einer Stelle, in Feld 21 im April, zu einer siebenstelligen Zahl (für 10 Liter) auf und wird gerade dort noch von *Thalassiosira* übertroffen. Nur in drei östlichen Feldern erreicht sie die Vorherrschaft mit sehr hohen Werten, die etwa die Hälfte der dortigen Millionenzahl der Diatomeen ausmachen (Feld 7 im Juli, Feld 3 und 1 im Mai). Wie die Vorherrschaftsdarstellung zeigt, spielt für das Höchstgedeihen eine wich-

<sup>1)</sup> Deswegen konnte auf dessen graphische Darstellung verzichtet werden.



tige Rolle auch die nicht genauer untersuchte Gattung *Nitzschia*. In der Tat ist im Bereich der Diatomeenwerte über 1 Million (6,0) — es gibt im ganzen 10 solcher Werte — vorherrschend: *Asterionella* 4mal, *Chaetoceros* 3mal, *Nitzschia* 2mal, *Thalassiosira* 1mal. *Asterionella* ist, wie seit langem bekannt, die Charaktergattung der isländischen Küstengewässer. Sie beherrscht in unserer Darstellung die siebenstelligen Werte der Felder 19 bis 23 im Mai und Juli, sicherlich auch im Juni, außerdem den einzigen sechsstelligen Wert des August und ein paar andere sechsstellige Gebiete. Ihr Vorherrschaftsgebiet scheint ziemlich

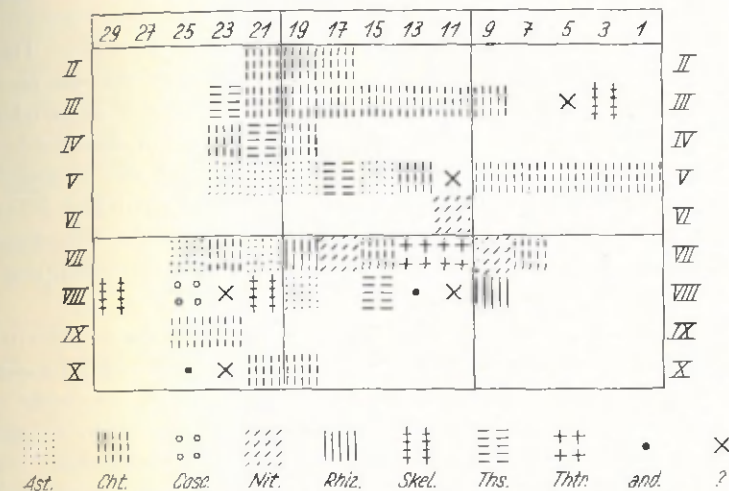


Abb. 24. Vorherrschende Diatomeengattungen längs der „Basis“ (vgl. Abb. 25).  
 Ast. *Asterionella*, Cht. *Chaetoceros*, Cosc. *Coscinodiscus*, Nit. *Nitzschia*, Rhiz. *Rhizosolenia*, Skel. *Skeletonema*, Ths. *Thalassiosira*, Thtr. *Thalassiotrix*, and. andere, ? unbestimmt.

in sich geschlossen zu sein. *Thalassiosira* geht ihr jahreszeitlich im Gedeihen augenscheinlich etwas voraus und kann in dieser Zeit sie sogar übertreffen (IV, 21). *Chaetoceros* umgibt als vorherrschende Gattung mehr oder weniger das Gedeihgebiet jener beiden. *Nitzschia* erlangt erst in der späteren Jahreszeit im Bereich der offenen See (17—9) die Vorherrschaft, und zwar, wie gesagt, z. T. bei sehr hohen Werten der Diatomeen insgesamt.

Die Sonderdarstellungen für *Chaetoceros* (Abb. 26), *Thalassiosira* (Abb. 27) und *Asterionella* (Abb. 28) zeigen auch, daß die jahreszeitlichen Schwankungen bei den drei Gattungen in ihren Gradienten sehr verschieden sind. *Chaetoceros* ist ziemlich gleichmäßig verteilt, während *Thalassiosira* weit größere Kontraste zeigt. Bei *Chaetoceros* kommt nur ein einziger Nullwert vor, und zwar im August im Felde 25, d. h. da, wo die Diatomeen überhaupt auf die niedrigste Zahl herabsinken, ja beinahe ganz verschwunden sind. Dagegen hat *Thalassiosira* 15 Nullwerte. Und während diese vier Millionenwerte besitzt, hat jene nur einen. *Asterionella* schließlich hat die größten Kontraste aufzuweisen. Die Zahl ihrer Nullwerte ist 30, die Zahl ihrer Millionenwerte 5, darunter der höchste (5 1/2 Mill.), der überhaupt vorkommt. Die Gattung zeigt eine typische Küstengebundenheit sowohl in Nordwesten wie im Südosten, während sie in dem ozeanischen Gebiet von 6° bis 14° WL überhaupt nicht beobachtet wurde. In den Quadraten 19—23 dürfte sie den ganzen Winter hindurch nachweisbar sein.

für die Entstehung dieser Gedeihgebiete maßgebend sind. Obwohl *Chaetoceros* diejenige Gattung ist, die im Gesamtbilde bei weitem am häufigsten die erste Stelle der Rangordnung einnimmt, steigt sie doch nur an einer Stelle, in Feld 21 im April, zu einer siebenstelligen Zahl (für 10 Liter) auf und wird gerade dort noch von *Thalassiosira* übertroffen. Nur in drei östlichen Feldern erreicht sie die Vorherrschaft mit sehr hohen Werten, die etwa die Hälfte der dortigen Millionenzahl der Diatomeen ausmachen (Feld 7 im Juli, Feld 3 und 1 im Mai). Wie die Vorherrschaftsdarstellung zeigt, spielt für das Höchstgedeihen eine wich-

<sup>1)</sup> Deswegen konnte auf dessen graphische Darstellung verzichtet werden.



Das Isoplethenbild der Diatomeen steht, wie gesagt, in besonders enger Beziehung zu dem des Gesamtplanktons. Die übrigen Gruppen beeinflussen dieses Grundbild nur im Spätjahr mehr oder weniger deutlich, und ihre Verteilung ist derjenigen der Diatomeen fremd. Ihre Beziehung zu diesem ist nicht befriedigend durch die Vorstellung einer Nachfolge ausgedrückt; der Gedanke einer Grenze zwischen beiden an der Monatsgrenze zwischen Juli und August wird der Sachlage nicht gerecht, weil jene anderen Gruppen mehr oder weniger schon im Juli ein Höchstgelingen zeigen. Auch die Vorstellung einer Verdrängung durch die Diatomeen befriedigt nicht, weil die Verteilungsweisen allzu wenig aufeinander abgestimmt erscheinen und sogar teilweise Maximalentwicklungen der Peridineen und Tiere mit solchen der Diatomeen zusammenfallen. Dagegen ist deutlich, daß zwischen den vier verschiedenen Gruppen, um die es sich hier handelt, Metazoen, Protozoen, Ceratien und andere Peridineen mehr oder weniger auffallende Übereinstimmungen bestehen, die besonders in den Feldern 21–25 und 7–11 hervortreten. Damit deuten auch hier wieder die Verteilungsbilder darauf hin, daß, unabhängig von der Lage der Grenze zwischen Pflanzen und Tieren, die genannten vier Gruppen den Diatomeen gegenüber biologisch irgendwie zusammengehören. Sie bestätigen also wieder die Berechtigung des Begriffs der kinetischen Organismen.

Das Isoplethendiagramm für die kinetischen Organismen (Abb. 29) zeigt wiederum einen Maximalstreifen, der das ganze Gebiet durchziehen dürfte. Er ist hier besser gesichert als bei den Diatomeen, da er nicht wie dort im wesentlichen auf die fehlenden Juniwerte zu gründen wäre, sondern durch die geschlossene Reihe der Werte des Juli klar herausgehoben wird. Auch August und selbst September beteiligen sich an der Ausbildung dieses Maximalstreifens. Daß noch einige der unbekannten Juniwerte mit einzubeziehen sein würden, ist sehr wahrscheinlich. Die Abstufung gegen das Frühjahr erscheint recht gleichmäßig. Das besonders bezeichnende Verhalten in den Feldern 19 und 21 während der Monate März bis Mai deutet in keiner Weise auf eine Verdrängung durch die Diatomeen, eher auf eine gewisse Übereinstimmung mit ihnen hin. Der Abfall nach dem Winter zu entspricht ganz gut dem Gesamtplanktonbild, während er zu dem Diatomeenbilde weniger gut paßt. Insbesondere lassen sich auch hier die Beziehungen nicht im Sinne eines Ausschlusses deuten. Acht von den Werten der kinetischen Organismen sind fünfstellig (ihre Logarithmen also  $> 4,0$ ). Sie verteilen sich auf zwei Maximalgebiete, ein sehr weit nordwestlich gelegenes (Feld 25, bei Snaefellsnes) für die Monate Juli bis September und ein einigermaßen südöstliches (Felder 11–7, südwestlich der Färöer, in der Umgebung der Färöerbank) für die Monate Juni bis August. Diese beiden sind besonders beachtenswert, wenn man die Obergruppe der kinetischen Organismen mit ihren Untergruppen vergleichen will.

Bei den Ceratien (Abb. 30) kehrt das letztere sehr deutlich wieder, auch in Einzelheiten übereinstimmend. Ebenso sind sie an dem ersteren stark beteiligt, besonders im August und Juli. Aber auch die eigentümliche Zunge, welche dieses Maximalgebiet im Oktober in das Feld 21 hinein entsendet (umgrenzt durch die Isolinie 3,0), ist hier deutlich wieder zu erkennen. Überhaupt ist das Bild dieser Gattung dem vorigen sehr ähnlich. In der Tat herrscht *Ceratium* unter den kinetischen Organismen vor, doch nicht übermäßig. Nur in 13 von 56 Werten überschreitet sie 50% von diesen. Es kommt bei der Ausbildung jenes Obergruppenbildes hinzu, daß die „anderen Peridineen“ und Metazoen große

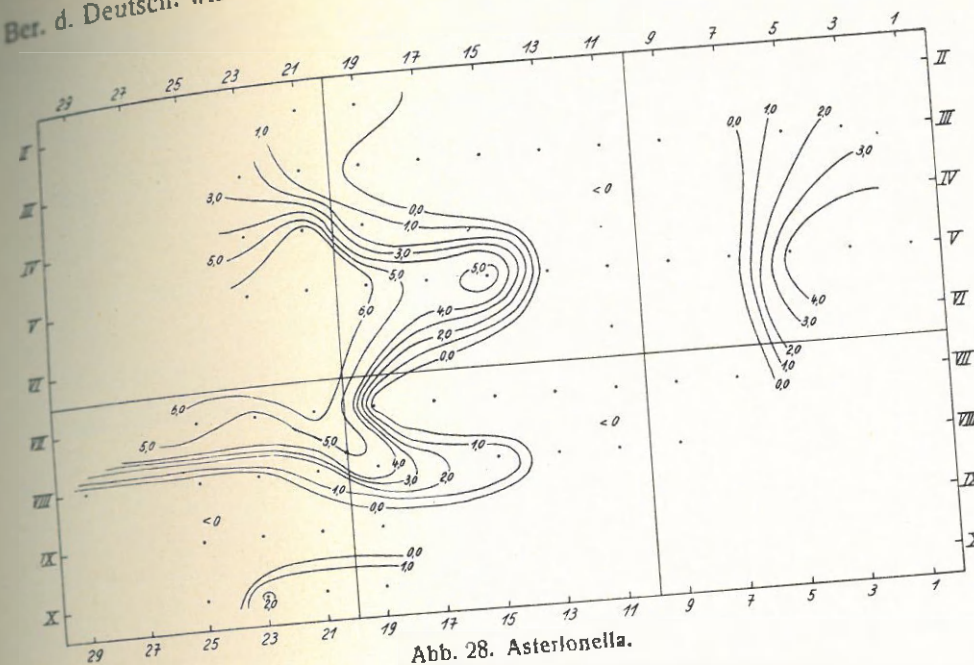


Abb. 28. Asterionella.

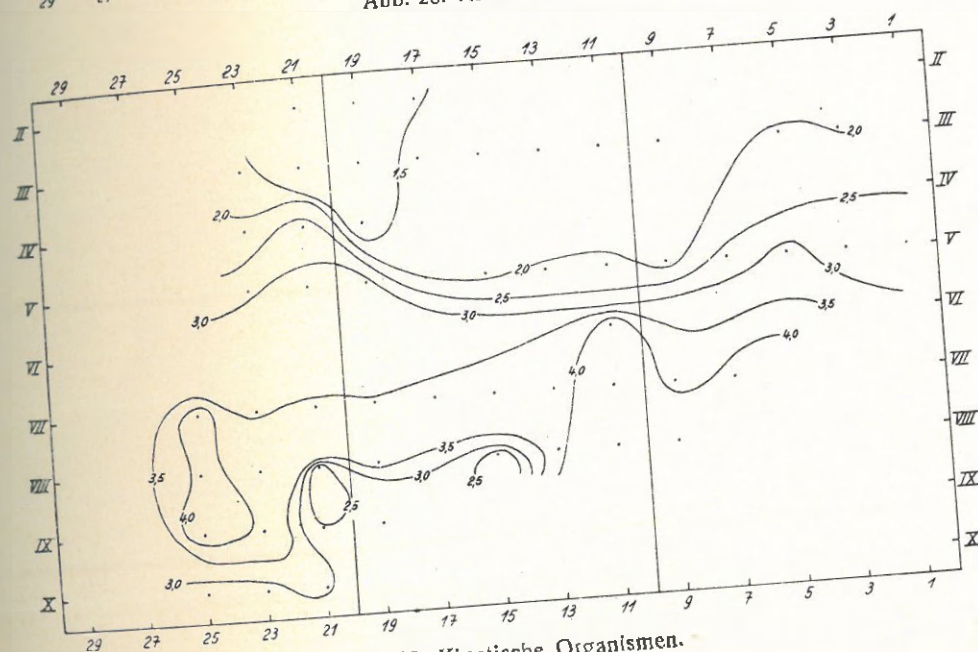
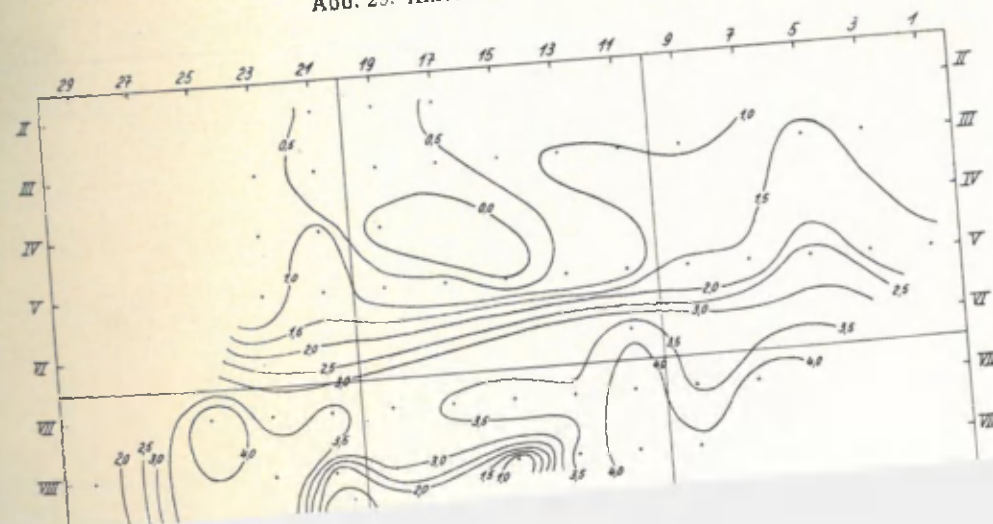


Abb. 29. Kinetische Organismen.





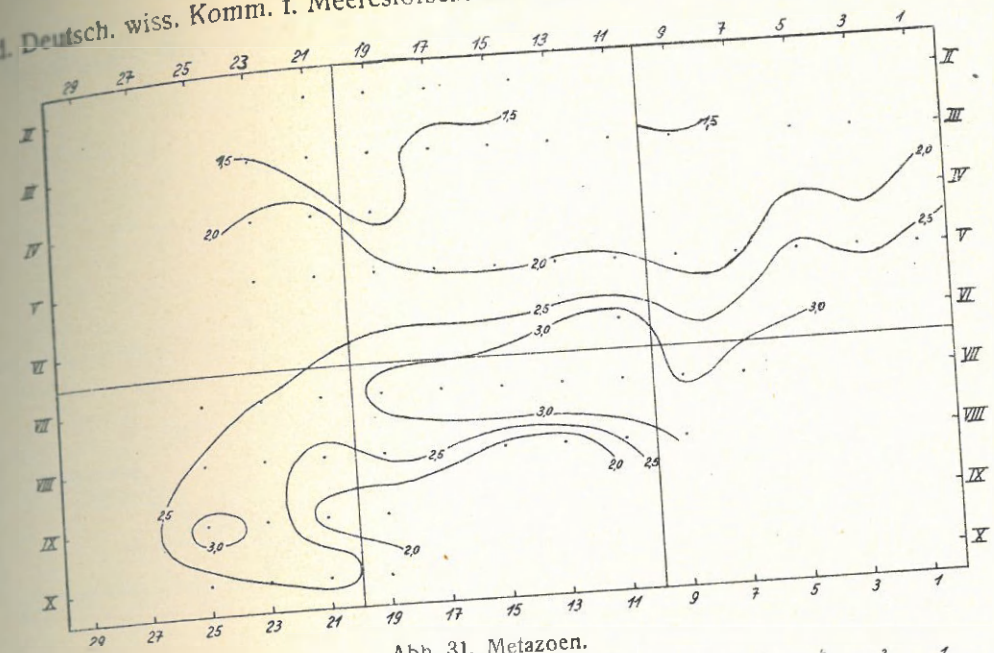


Abb. 31. Metazoen.

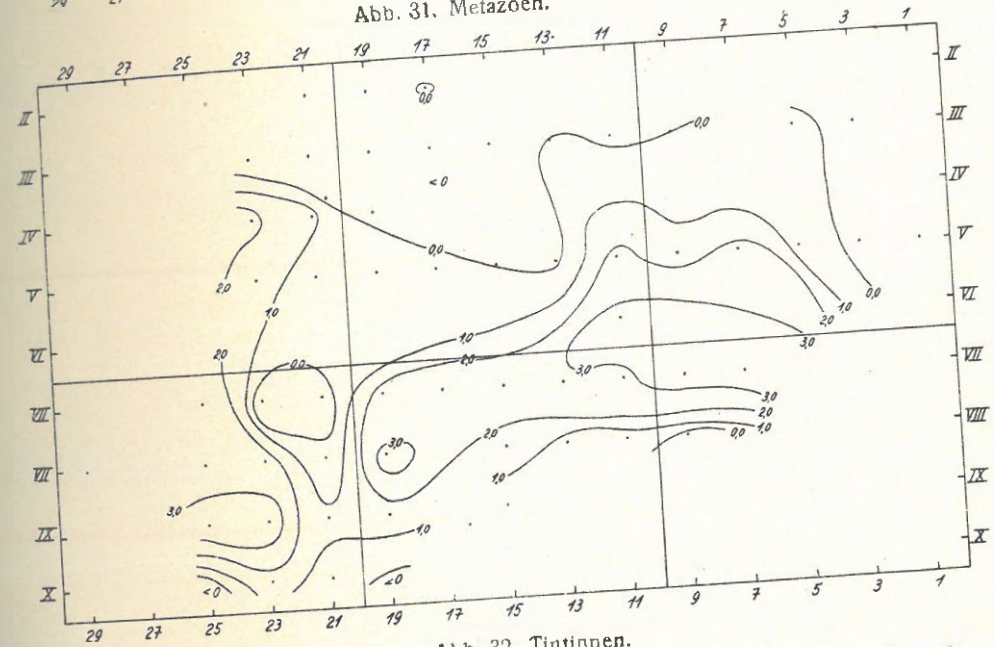


Abb. 32. Tintinnen.

dieses Maximalgebiet im Oktober in das Feld 21 hinein entsendet (umgrenzt durch die Isolinie 3,0), ist hier deutlich wieder zu erkennen. Überhaupt ist das Bild dieser Gattung dem vorigen sehr ähnlich. In der Tat herrscht *Ceratium* unter den kinetischen Organismen vor, doch nicht übermäßig. Nur in 13 von 56 Werten überschreitet sie 50% von diesen. Es kommt bei der Ausbildung jenes Obergruppenbildes hinzu, daß die „anderen Peridineen“ und Metazoen große



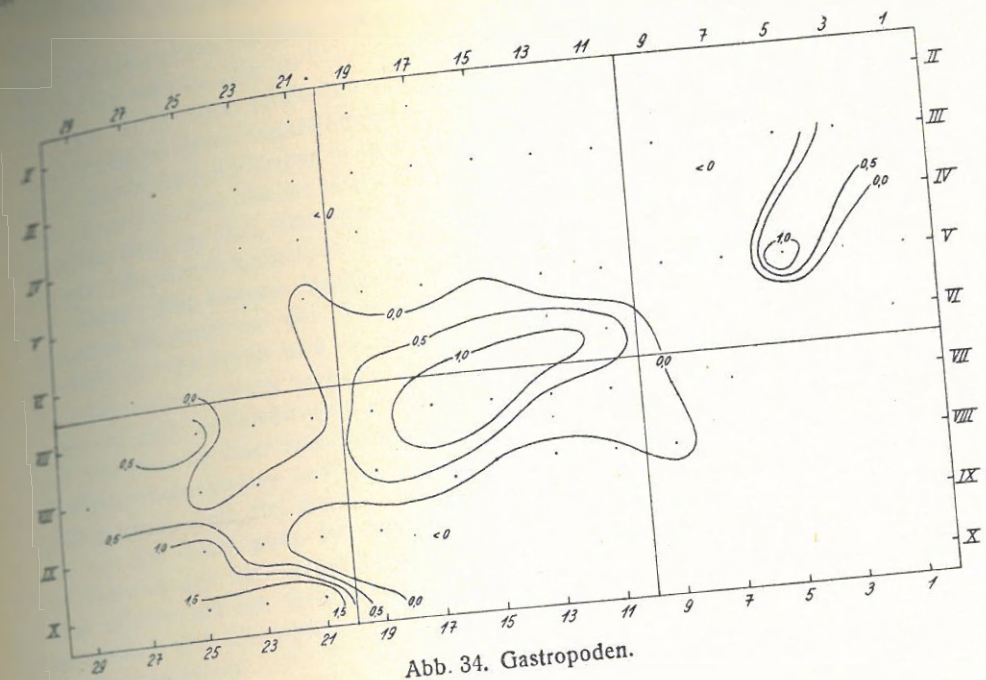


Abb. 34. Gastropoden.

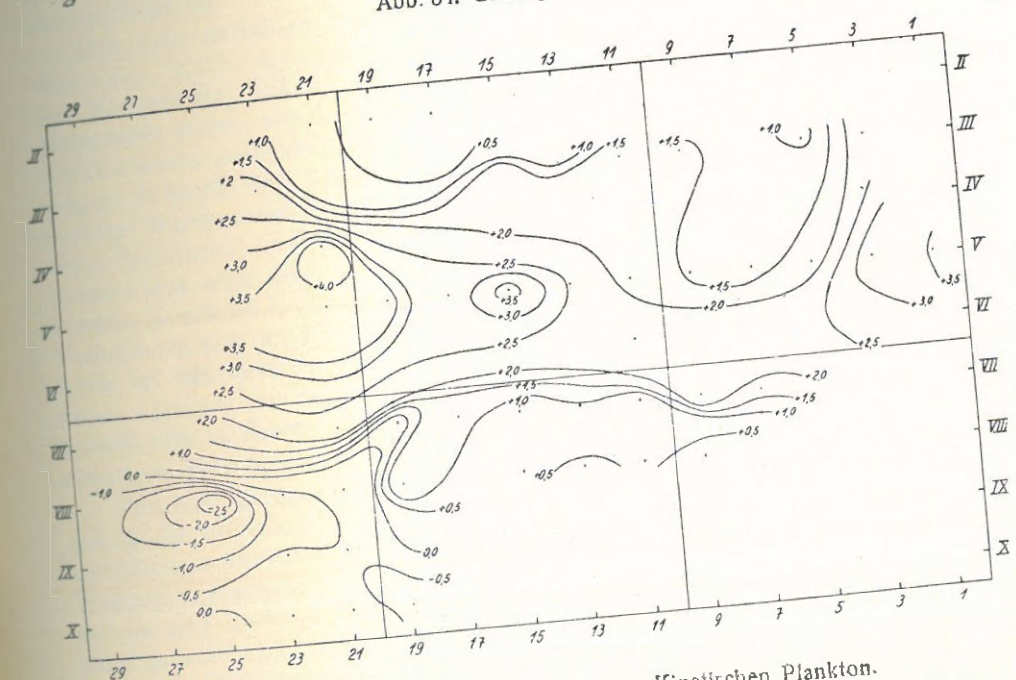


Abb. 35. Verhältnis des Akinetischen zum Kinetischen Plankton.

Abb. 34—35. Isoplethen des Planktons der „Basis“ für die Monate Februar bis Oktober. Die Zahlen oben und unten bezeichnen die Längengrade der Basisfelder (vgl. Abb. 1)  
Zu den Zahlen vgl. Seite 126.

E. Hentschel: Die Planktonbevölkerung der Meere um Island.

dieses Maximalgebiet im Oktober in das Feld 21 hinein entsendet (umgrenzt durch die Isolinie 3.0), ist hier deutlich wieder zu erkennen. Überhaupt ist das Bild dieser Gattung dem vorigen sehr ähnlich. In der Tat herrscht *Ceratium* unter den kinetischen Organismen vor, doch nicht übermäßig. Nur in 13 von 56 Werten überschreitet sie 50% von diesen. Es kommt bei der Ausbildung jenes Obergruppenbildes hinzu, daß die „anderen Peridineen“ und Metazoen große



Übereinstimmungen mit den Ceratien aufweisen, letztere z. B. auch in bezug auf die eben erwähnte „Zunge“.

Die Metazoen (Abb. 31) zeigen verhältnismäßig geringe Schwankungen ihrer Mengen, deren logarithmische Werte für 10 Liter zwischen 1,0 und (mit einer Ausnahme) 3,5 liegen, während bei *Ceratium* Werte unter 0 neben solchen über 4 vorkommen. Daher zeigt die Figur nur wenige Isoplethen. Das Hauptgedeihen liegt im Juli, und zwar im Hochseegebiet. Es könnte sich allerdings an die europäischen Schelfgebiete anlehnen, es hat aber jedenfalls keine Beziehungen zu Island. Ein kleines Maximum tritt im September vor der Faxabucht auf. Manches erinnert an die Verteilungsweise der Gattung *Ceratium*, z. B. der Verlauf der 2,5-Linie und einige Züge an den noch höherwertigen Isoplethen.

Sehr eigentümlich verhalten sich die Tintinnen (Abb. 32). Ihr Gedeihen erstreckt sich im Nordwesten vor der Faxabucht und im Südosten in der Gegend der Färöerbank über eine längere Reihe von Monaten, beschränkt sich aber im übrigen, insbesondere auf dem offensten Teil der Hochsee, auf eine verhältnismäßig kurze Zeit. Bei den Orkneyinseln und in der nördlichsten Nordsee treten sie im Mai noch ganz zurück, und besonders merkwürdig ist ihre Seltenheit im Bereich der Selvogsbank das ganze Jahr hindurch. Diese Bank stellt sich also wieder als ein Gebiet auffallender, jedoch in diesem Falle negativer Besonderheit dar. Ein spätes Maximum des September vor der Faxabucht erinnert an die Metazoen.

Eine sehr auffällige Besonderheit stellen die beiden hohen (vierstelligen) Werte dar, welche die „anderen Peridineen“ (Abb. 33) im Felde 21 in den Monaten Mai und Juli haben. Wenn man das Maximalgebiet, welches sie miteinander bilden, auf den anderen Darstellungen wieder sucht, wird man auf die Diatomeen zurückgeleitet. Die Übereinstimmung mit ihnen wird noch gesteigert dadurch, daß unmittelbar nach dem Juli in diesem Felde auffallend niedrige Werte sowohl hier wie dort auftreten. Die niedrigen Werte der „anderen Peridineen“ in den Feldern 21 und 15 im August kehren bei den Diatomeen wieder, sind aber auch bei der Gesamtheit der kinetischen Organismen vorhanden. So scheint sich diese Gruppe der „anderen Peridineen“ einigermaßen als Vermittlerin von den kinetischen zu den akinetischen Organismen darzustellen. Auch bei den Ceratien finden sich Andeutungen einer Steigerung in den Monaten April bis Juli im Felde 21. Dagegen sind die Tintinnen, wie gesagt, auffallend arm in diesem Felde, das ganze Jahr hindurch, im Juli bis zum vollständigen Fehlen.

Von drei gesondert untersuchten Teilgruppen der Metazoen zeigt naturgemäß die reichste, die der Nauplien, am deutlichsten wieder die Grundverhältnisse, die jedoch auch bei den Copepoditen nicht zu verkennen sind. Wesentlich abweichend verhalten sich die Gastropoden (Abb. 34). Sie haben ja nur sehr niedrige Zahlen, denen man nicht viel Wert beilegen kann. Doch kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die drei hohen Werte im Oktober eine wirkliche Besonderheit der Gruppe darstellen. Auch das Hochseegebiet der Felder 11—19 ist wohl kein Kunstprodukt. Es deckt sich mit dem früher erwähnten Hochseegebiet der Metazoen. Man vergleiche hierzu ihr Verhalten auf dem Umkreise (Abb. 13).

Als letzten Beitrag zur Analyse des kinetischen Planktons gebe ich schließlich noch eine kurze Untersuchung der Rangordnung der Arten von *Ceratium*. Die Darstellung für die vorherrschende Art (Abb. 36) mag vom Monat Juli her als demjenigen, in dem die Gattung am zahlreichsten zu sein



pflügt, betrachtet werden. *C. fusus* herrscht hier fast durchgehend vor, ausgenommen das südlichste untersuchte Feld (7), in dem *C. furca* an erster Stelle steht. *C. fusus* ist überhaupt die stärkste Art in der ganzen warmen Jahreszeit. Im Frühling und Herbst wird sie mehr oder weniger durch *C. horridum* überflügelt. *C. longipes* hat eine Vorherrschaft in nördlichen Gebieten, während *C. arcticum* gar nicht vorkommt (vgl. Abb. 16 u. 63). *C. furca* ist auf südlichen Breiten beschränkt, ebenso wie wohl im allgemeinen auch *C. tripos*, da der Fall

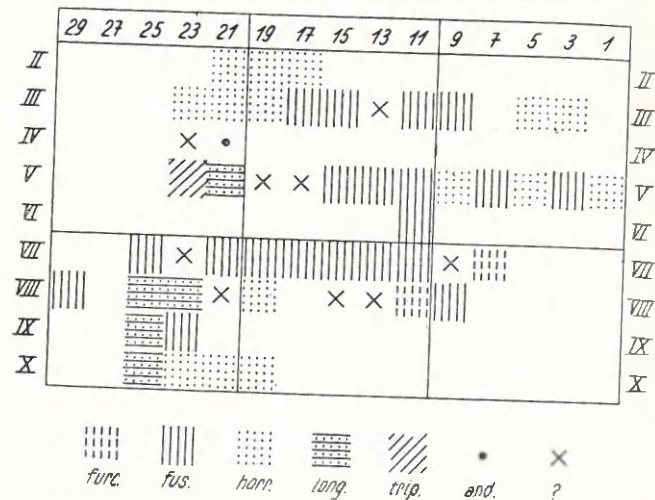


Abb. 36. Vorherrschende Arten von Ceratium längs der „Basis“.

ihres Vorherrschens im Mai im Felde 23 als auf nur 4 Individuen beruhend nicht sehr ins Gewicht fällt. Vielleicht hat es eine gewisse Bedeutung, daß *C. fusus* sich im Frühling vorwiegend als herrschende Form des offenen Ozeans darstellt, die mit dem Sommer mehr nordwärts vordringt, später aber wieder zugunsten anderer Arten zurücktritt. Auch hier empfiehlt sich ein Vergleich mit der entsprechenden Darstellung für den Umkreis (Abb. 16).

Eine besonders interessante Beleuchtung erfährt die Gesamtbevölkerung längs der untersuchten Fahrtlinie nach Island schließlich, wenn man das Verhältnis des kinetischen zum akinetischen Plankton (Abb. 35) auf Grund der Differenz ihrer Logarithmen untersucht. Es erweist sich dann, daß die Diatomeen durchweg in der Übermacht sind, ausgenommen in den Monaten vom August an im Bereich von Island und der Dänemarkstraße. Besser als mittels einer Abgrenzung durch die Linie ihres Gleichgewichts wird auch hier wieder das Verhältnis der beiden Hauptabteilungen zueinander durch die Linie der Logarithmendifferenz 1 gekennzeichnet, d. h. durch eine Linie, welche angibt, wo die akinetischen Organismen etwa 10mal so reichlich vorhanden sind wie die kinetischen. Man sieht an dieser Linie, daß das Verhältnis vom März bis Juli auf der ganzen Strecke einen höheren Wert hat als 10:1, im übrigen Teil des Jahres einen niedrigeren. Die Extreme liegen auf der Selvogsbank im April (10 000mal soviel Diatomeen wie kinetische Organismen) bzw. vor der Faxabucht im August (1000mal soviel kinetische Organismen wie Diatomeen).

Diese letzte Isoplethendarstellung dürfte mit besonderer Deutlichkeit die wesentlichsten Eigentümlichkeiten der Gesamtbevölkerung in dem untersuchten räumlichen und zeitlichen Bereich zum Ausdruck bringen. —

Die beiden bisher besprochenen Reihen von Isoplethendarstellungen, die für den „Umkreis“ und die für die „Basis“, stehen insofern in Beziehung zueinander, als sie einen Teil ihrer Gebiete gemeinsam haben. Die Basis liegt wie eine Tangente zum Umkreis. Dessen Sektoren u und v enthalten ungefähr dasselbe Material wie das Feld 21 der Basis, und die Nachbarbezirke haben noch mehr oder weniger Übereinstimmungen miteinander. Man wird im allgemeinen die gleichen Verhältnisse in bezug auf diese Gegend in beiden Darstellungen wiedererkennen, doch ist ein Vergleich im einzelnen etwas schwierig wegen der verschiedenen Art der Darstellung sowohl in bezug auf die Himmelsrichtungen wie in bezug auf die Raumeinteilung.

Beide Bilderreihen haben in bestimmten Richtungen die angestrebte biologische Gesamtdarstellung des Untersuchungsgebietes vorbereitet. Die erste betraf vor allem die regionalen Unterschiede, welche durch die beiden großen Wassergebiete, das atlantische und das arktische, bedingt sind. Die zweite eröffnete einen Einblick in das gegenseitige Verhältnis von Küsten- und Schelfgebieten einerseits zu Hochseegebieten andererseits.

Es würde sehr erwünscht sein, wenn weitere Schnitte dieser Art durch das Gebiet gelegt werden könnten, z. B. senkrecht zur „Basis“ zum Zweck des weiteren Ausbaues der an ihr gewonnenen Erkenntnisse, doch ist dazu unser Material zu arm. Daher wird im folgenden versucht werden, von einer anderen Seite an das Ziel heranzukommen, von der Flächendarstellung aus.

### 3. Die Planktonverteilung in der Fläche.

Während sich die vorhergehenden Abschnitte auf Linien der Meeresoberfläche bezogen, soll, wie gesagt, nunmehr zur Besprechung der Fläche selbst übergegangen werden. Die Darstellung in Karten, um die es sich hier handelt, wird sich im allgemeinen nur auf einen beschränkten Zeitraum beziehen können, beispielsweise einen Monat. Ob und wie es möglich sein möchte, über Monatskarten hinaus zu Darstellungen von umfassenderer Bedeutung zu kommen, soll später (S. 178) erörtert werden.

Auch die Herstellung von Monatskarten hat große Schwierigkeiten, die sich zum Teil schon bei den obigen Liniendarstellungen geltend gemacht haben, so z. B. die Veränderlichkeit der Verhältnisse innerhalb eines Monats und die Schwankungen innerhalb des gleichen Monats von Jahr zu Jahr. Die Hauptschwierigkeit ist aber hier naturgemäß wieder und in erhöhtem Maße der Mangel an Material. Wir sind weit davon entfernt, Sätze von Karten für alle 12 Monate des Jahres oder auch nur für vier Hauptmonate liefern zu können. Das Zahlenmaterial beschränkt sich im allgemeinen auf die warme Jahreszeit und entstammt in den verschiedenen Monaten bald mehr der einen, bald mehr der anderen Region. Verhältnismäßig am besten versorgt sind wir in bezug auf den August. Er wird daher im Vordergrund der Betrachtung stehen. Monate, die außerdem noch mehr oder weniger in Betracht kommen, sind Februar/März, Juni/Juli und Oktober. In den übrigen Monaten wird nicht weit über das hinauszukommen sein, was in den vorhergehenden Liniendarstellungen zusammengefaßt ist.

Auch die technischen Schwierigkeiten der hier zu lösenden Aufgabe sind beträchtlich. Eine flächentreue Kartenprojektion zu verwerten, war bei den beschränkten Hilfsmitteln nicht gut möglich; ich mußte mich nach einigen Ver-



suchen anderer Art (Hentschel, 1939 a, Abb. 4) mit der Merkatorprojektion begnügen. Ferner ist die Dichte der Probenlage außerordentlich wechselnd, so daß auf einer Karte verhältnismäßig kleinen Formats nicht alles im einzelnen eingetragen werden kann. In der Nähe der Küsten liegen die Proben oft sehr dicht. Auch auf den Hauptfahrstrecken häufen sie sich, wenn dieselbe Strecke in verschiedenen Jahren befahren ist, oft sehr, ja es fallen manchmal Strecken so gut wie zusammen. Es lag dann nahe, mehrere Werte durch Mittelung zusammenzufassen. Das ist aber gerade wieder in der Nähe der Küsten, wo die Verhältnisse schnell wechseln können, bedenklich. Hinzu kommt, daß auch die Unterlagen der Karten, das gesamte große Material, nicht in extenso der Darstellung beigefügt und so dem Leser die Möglichkeit gegeben werden konnte, das Dargestellte nachzuprüfen.

Ich habe mich schließlich zu folgendem verhältnismäßig einfachen Verfahren entschlossen, dessen Durchführung nicht über meine Kräfte ging, und das im allgemeinen mit genügender Deutlichkeit das zeigt, was gezeigt werden soll. Die Karte wurde in halbe Eingradfelder eingeteilt. Da in den in Frage kommenden Breiten bei der Merkatorprojektion jedes Eingradfeld sich als ein Rechteck darstellt, dessen Höhe ungefähr doppelt so groß ist wie seine Breite, entstehen durch Einzeichnung aller Längengrade und aller ganzen und halben Breitengrade lauter ungefähr quadratische Flächen<sup>1)</sup>. Alles, was über ein solches „Quadrat“ in bezug auf die betreffende Karte bekannt war, wurde durch Mittelung miteinander verknüpft, auf den Mittelpunkt des Quadrates bezogen. Infolgedessen enthalten die Karten nur eine bestimmte begrenzte Anzahl von Punkten, für die Werte angegeben werden können. Diese Punkte ordnen sich in zwei aufeinander senkrechten Systemen gleichabständiger Linien an. Die Mängel dieses Verfahrens sind im allgemeinen nicht derartig störend, daß sie merkliche Schwierigkeiten zur Folge haben.

Für die Eintragungen wurden auch hier wieder aus den bekannten Gründen die logarithmischen Werte benutzt und dann Isolinien im Abstände einer ganzen oder einer halben logarithmischen Einheit gezogen.

Für die Deutung der biologischen Ergebnisse kam das hydrographische Material hauptsächlich in der zusammenfassenden Darstellung von Böhrcke (1933) in Frage, daneben manches andere (Marineleitung, 1934, Saemundsson, 1930, Thomsen, 1938).

Für die Auswahl der systematischen Gruppen, die zur Darstellung gebracht werden sollten, waren ähnliche Grundsätze maßgebend wie bei den vorhergehenden Isoplethendarstellungen (S. 140—153). Es wäre vielleicht erwünscht gewesen, durch eine größere Mannigfaltigkeit von Karten, insbesondere von Gattungs- und Artkarten, ähnlich wie das früher geschehen ist (Hentschel, 1936 b, Gudmundsson, 1937, Meschkat, 1939), die biologischen Verhältnisse vielseitiger zu beleuchten, je nach den von Fall zu Fall sich darbietenden Möglichkeiten. Aber es konnte auf die Bevorzugung der „Hauptgruppen“ entsprechend der ganzen Planung nicht gut verzichtet werden, und so wurde manche vielleicht erwünschte Nebenkarte unterdrückt.

#### A. Die Karten des Monats August.

Das Material besteht aus mehr als 100 Einzelproben von Oberflächenplankton, die sich auf 75 halbe Eingradfelder verteilen. Es ist verhältnismäßig gleich-

<sup>1)</sup> In den Abbildungen fassen die Rechtecke vier halbe Eingradfelder zusammen, doch lassen sie sich mit Hilfe der Marken am Rande leicht vierteilen.





mäßig über das Gebiet ausgebreitet, hat aber eine große Lücke im Nordosten, etwa nördlich von  $65^{\circ}$  NBr und östlich von  $20^{\circ}$  WL.

#### a) Vier Grundkarten.

Die 40- $\mu$ -Gesamtplanktonkarte für August (Abb. 37) offenbart ihre wichtigsten Züge durch die logarithmische Isoplankte 3,0. Sie beginnt westlich in der Mitte des Randes der Karte auf ungefähr  $65\frac{1}{2}^{\circ}$  NBr und zieht, zunächst langsam gegen Norden ansteigend, nördlich der Nordküste Islands ungefähr in westöstlicher Richtung. Sie dürfte nach einer wellenförmigen Ein- und Ausbuchtung in der Mitte der Nordküste von Island etwa auf  $67,5^{\circ}$  NBr verlaufen. Im Nordosten erreicht sie vorübergehend die Küste. Später erscheint sie abermals an der Küste im Südosten. Unter  $64\frac{1}{2}^{\circ}$  etwa verläßt sie die Küste endgültig und verläuft zunächst wohl ostwärts, später vermutlich nach Norden umbiegend. Dieselbe Isoplankte tritt ferner in der Mitte der Südhälfte der Karte noch einmal auf. An der Südwestküste zwischen Reykjanes und den Vestmanna-inseln finden sich Werte unter 3 und wenig über 3. Im übrigen bleibt der Verlauf der Linie etwas unsicher, da nur noch ein Wert 3,00 nördlich von  $61,5^{\circ}$  und westlich von  $14^{\circ}$  (im halben Eingradfeld  $61^{\circ}$  Nn,  $14^{\circ}$  W) ihr zur sicheren Stütze dient. Immerhin dürfte sie von Reykjanes etwa südwärts verlaufen. Unsicher bleibt, ob das planktonarme Küstengebiet mit dem der offenen See in Zusammenhang steht. Die Annahme, daß der eingezeichnete Verlauf der Isoplankte so im wesentlichen richtig ist, wird durch die später zu besprechenden Teilplanktonkarten, z. B. die der kinetischen Organismen, wie ich glaube, verstärkt werden. — Wir werden somit ein breites nördliches und ein schmales südliches planktonarmes Gebiet zu unterscheiden haben.

Als Maximalgebiete können solche mit Werten über 5,0 betrachtet werden. Es gibt deren hauptsächlich zwei; eins bei den Färöer und eines ganz im Westen, doch auch ein paar örtlich sehr beschränkte an der Südküste Islands. Das Maximum im Westen gehört einem größeren Gedeihgebiet der offenen See an, das, zwischen  $61^{\circ}$  und  $65^{\circ}$  NBr liegend, wohl im Osten, im Bereich der Faxabucht, sich an die isländische Küste anlehnt. Man kann es durch die Isoplankte 4,0 begrenzen. Die übrigen Maxima liegen in einem scheinbar weniger einheitlichen und regelmäßigen Gedeihgebiet des Südostens, das sich von Island über die Färöer nach den Shetland- und Orkneyinseln zu hinzieht. Seine Hauptentwicklung hat es im Bereich der Färöer und der Färöerbank, doch läßt sich nicht erkennen, wie es weiter nach Osten und Norden sich entwickelt.

Ehe ich den Versuch einer Deutung dieser Karte mache, sollen noch drei weitere Karten besprochen werden, die das hier vereinigte Material bis zu einem gewissen Grade weiter aufzuhellen geeignet sind.

Die Karte der kinetischen Organismen (Abb. 38) ist augenscheinlich einfacher und klarer als die vorige, mit der sie jedoch in den Hauptzügen übereinstimmt. Man unterscheidet wieder ein nördliches großes und ein südliches schmales Kümmergebiet von einem westlichen großen und einem südöstlichen kleineren Gedeihgebiet. Das westliche Gedeihgebiet ist recht einfach und regelmäßig entwickelt. Seine Abgrenzung gegen das südliche Kümmergebiet scheint besser begründet zu sein als auf der Gesamtplanktonkarte. Das Südostgebiet hat mehr streifenförmige Gestalt. Das Höchstgedeihen scheint in ihm von der Gegend der Orkneyinseln und Hebriden auszugehen. Im Nordwesten von diesen liegen mehrere Werte oberhalb von 4,0, während (im Gegensatz zu der Gesamtplanktonkarte) entsprechend hohe Werte an der Islandküste nicht erreicht werden.



Auch hier ist die Abgrenzung gegen das südliche Kümmergebiet etwas besser. Ferner ist das Absinken der Werte gegen Nordosten sehr ausgeprägt. Die Umgebung der Färöer ist nicht maximal, sondern ausgesprochen niedrig besiedelt. Eine Grenze des Gedeihgebiets, etwa von den Shetlandinseln über die Färöer nach Vestrahorn ziehend, läßt sich etwa durch die Isoplante für 3,0 kennzeichnen. Besonders wesentlich ist auch, daß der ostisländische Ausläufer des nördlichen Kümmergebiets auf dieser Karte mit Werten unter 3,0 bis gegen Vestrahorn vordringt.

Im Gegensatz zu derjenigen der kinetischen Organismen erscheint die Karte der Diatomeen (Abb. 39) wesentlich unregelmäßiger als die des Gesamtplanktons. Es tritt eine auffallende Unruhe im Verlauf der Isolinien hervor. Die Kontraste der Werte sind größer als auf jenen beiden. Die Maxima der Gesamtplanktonkarte erweisen sich durchweg als durch die Diatomeen bestimmt. Das nördliche Kümmergebiet, teilweise durch Werte unter 1,0 sehr scharf gekennzeichnet, setzt sich nicht um die Ostküste Islands herum fort. Niedrigwertigkeit ist dort verhältnismäßig schwächer angedeutet als auf den beiden anderen Karten. Der Südosten erscheint sehr unregelmäßig, hat aber die Maximalgebiete und den Abfall von den Färöer zu den Orkney- und Shetlandinseln mit der Karte des Gesamtplanktons gemeinsam. Hier im Südosten ist der schon an der Ostküste hervortretende Gegensatz gegen die kinetischen Organismen am schärfsten. Am westlichen Gedeihgebiet fällt wieder die Unregelmäßigkeit der Form, außerdem aber die niedrige Lage der Werte im Süden auf. Der starke Abfall nach Süden, wieder ein Ausdruck der Neigung zu Kontrastbildungen, macht wohl das Kümmergebiet in der Mitte der Südhälfte der Karten verständlicher. Man gewinnt den Eindruck, daß südlich von  $60^{\circ}$  NBr und westlich von  $14^{\circ}$  WL eine breite diatomeenarme Wassermasse liegt, welche sich zwischen  $14^{\circ}$  und  $24^{\circ}$  WL gegen die Südküste von Island vordrängt.

Da die drei besprochenen Karten in ihren großen Grundzügen übereinstimmen, liegt es nahe, daß auch der Verlauf ihrer Isolinien vielfach ähnlich ist. Der Unterschied zwischen den akinetischen Diatomeen und den kinetischen Organismen bringt jedoch auch auffallende Unterschiede in diesem Verlauf mit sich. Es sei daher noch eine Karte kurz besprochen, welche über ihr gegenseitiges Verhältnis zueinander Auskunft gibt.

Trägt man die Differenz der Logarithmen der Werte dieser beiden Obergruppen in eine Karte ein, so erhält man bekanntlich eine logarithmische Darstellung des Verhältnisses der akinetischen und kinetischen Organismen zueinander (Abb. 40). In ihr tritt eine Hauptlinie des Gleichgewichts mit dem Werte Null hervor, die ungefähr tangential zur Südostküste von Island liegt, aber bei etwa  $26^{\circ}$  WL gegen Süden umbiegt. Sie scheidet ein südliches Gebiet des Vorherrschens der Diatomeen (positive Werte) von einem nordwestlichen des Vorherrschens der kinetischen Organismen (negative Werte). Beide Gebiete sind im ganzen sehr sauber ausgebildet. Das erstere hat ein starkes Maximum in der Umgebung der Färöer, das letztere ein ähnliches bei etwa  $60^{\circ}$  NBr,  $29^{\circ}$  WL. Von diesem zieht sich ein verhältnismäßig hochwertiger Streifen nordwärts bis an die Eisgrenze heran. Außerdem hat das kinetische Gebiet auch noch ein charakteristisches Maximum nahe der grönländischen Küste. In der Nähe der Küste von Island sind die Verhältnisse unruhig; mehrfach wird das Gleichgewicht wieder erreicht und nach der einen oder anderen Richtung überschritten. Das kinetische Plankton herrscht jedoch im ganzen vor. Ausgenommen von dieser Regel ist der Südosten der Insel, wo sich das akinetische

tische Gebiet breit und mit recht hohen Werten in ziemlich geschlossener Form an die Küste anlagert. Beachtenswert ist auch ein akinetisches Gebiet, das sich ganz im Westen unter etwa  $63^{\circ}$  NBr in das kinetische einschiebt.

Es ist gewiß höchst bemerkenswert, daß diese Karte einfachere Züge aufweist als die beiden Einzelkarten der kinetischen und akinetischen Organismen. Sie gibt, wie schon früher die entsprechenden Isoplethendarstellungen, besonders klare Auskünfte über die räumlich-zeitliche Ausprägung eines Hauptmerkmals des Gesamtplanktons. Man wird jedoch bemerken, daß diese Karte weniger gut deutbar ist als jene beiden Einzelkarten.

#### b) Beurteilung und Deutung der Grundkarten.

Ehe ich auf eine Deutung dieser Karten eingehe, sei noch die Frage erörtert, ob sie einigermaßen den Anspruch auf Allgemeinbedeutung erheben können, oder nur eine Zusammenstellung von Einzelbefunden sind, die von Jahr zu Jahr so wechseln, daß man keine Karte darauf gründen kann. Die Untersuchungen sind in den Jahren 1929, 1932, 1933, 1934 und 1936 ausgeführt worden. Nur in einem Jahre untersucht, nämlich 1929, ist das große Westgebiet (Defant, Böhnecke und Wattenberg, 1936, S. 147 f.). Der Südosten dagegen, das Gebiet zwischen Island und den Shetlandinseln, ist nach Werten aus 3—4 verschiedenen Jahren dargestellt, von denen jedes für sich die Trennung zweier Untergebiete mit höheren Werten durch eine Zwischenzone mit niederen Werten zum Ausdruck bringt. Das charakteristische Minimalgebiet im Osten von Island und das der Osthälfte des Nordens sind zwar je nur durch einen Jahrgang gekennzeichnet, aber beide Jahrgänge stimmen gut zusammen in der Bewertung des nordöstlichen Zwischengebiets als Ganzen. Der kleine Bezirk mit höheren Werten im Norden der nordwestlichen Halbinsel war in zwei Jahrgängen nachweisbar, kann also als gut gesichert gelten. Durch zwei Jahrgänge begründet ist das Minimalgebiet zwischen Reykjanes und den Vestmannainseln auf der Selvogsbank und das Maximalgebiet bei Ingolfshöfði, während die Maximalwerte in der Faxabucht nur einem Jahr entstammen. Die meisten von den weniger gut begründeten Gebieten in der Nähe der Küsten scheinen insofern doch zuverlässig gekennzeichnet zu sein, als die Höhenlage ihrer Werte durch solche weiter draußen in der offenen See gestützt wird, und da ihre Verteilung den hydrographischen Verhältnissen augenscheinlich entspricht, wie weiter unten erörtert werden soll.

Besonders wichtig ist offenbar die Frage, ob das große westsüdwestliche Maximalgebiet von Allgemeinbedeutung ist. Auch dafür lassen sich gute hydrographische Gründe anführen. Besonders wertvoll aber erscheint zur Begründung dafür das in beifolgendem Auszug (Zahlen-tafel 6) zusammengestellte Zahlenmaterial der Planktonexpedition (nach Hensen, 1911, Tab. I ff.) die im letzten Drittel des Juli 1889 längs des  $60^{\circ}$  Grades NBr von Osten nach Westen fuhr. Man sieht hier an den verschiedenen Metazoengruppen, beispielsweise sehr gut an den Nauplien, ferner den Tintinnen, den Ceratien, den übrigen Peridineen, den meisten Diatomeen, daß bei etwa  $19^{\circ}$  WL das Plankton verhältnismäßig arm war, daß es bei  $23^{\circ}$  und  $27^{\circ}$  mehr oder weniger beträchtlich anstieg, daß es bei  $29^{\circ}$  Höchstwerte erreichte, aber bei  $39^{\circ}$  wieder unter den Wert von  $19^{\circ}$  herabgesunken war. Das entspricht vollkommen der Verteilung, wie sie unsere Karte zeigt, und ist wohl ein guter Grund dafür, ihr eine gewisse Allgemeinbedeutung zuzusprechen.

Allerdings soll auch ein Einwand dagegen hier nicht unterdrückt werden. Auf Grund der Untersuchungen von Ostenfeld (Wandel, Ostenfeld



und Knudsen, 1898—1900) kann man für die Copepoden eine Karte mit Schätzungswerten ihrer Häufigkeit im Oberflächenplankton auf den Fahrtstrecken zwischen den Shetlandinseln, Island und Grönland (Angmagsalik) entwerfen. Sie zeigt zwischen 64° NBr, 28° WL und Angmagsalik eine Reihe von Nullwerten, also durchaus etwas anderes als unsere Karte erwarten läßt. Man darf jedoch, so beachtenswert diese Angaben sind, annehmen, daß es sich hier um ein nicht normales Jahr (die Daten beziehen sich auf 1899) handelt. Knudsen sagt nämlich (a. a. O. 1900, S. 34), im August 1899 sei Island ganz vom Polarstrom umgeben gewesen und vollständig abgeriegelt gegen den Golfstrom. Schon Ende Juli erstreckte sich das Polarstromwasser ungewöhnlich weit südwärts. Diese Auffassung gründet sich auf die ganz ungewöhnlich niedrigen Salzgehaltswerte. Die betreffenden Feststellungen Ostenfelds beschränken also wohl die Bedeutung unserer Karte, widerlegen sie aber nicht.

Zahlentafel 6. Planktonexpedition — Südgrenze des Islandgebiets.

Stat.	16	13	12	10	7
Dat.	25. VII.	23. VII.	23. VII.	22. VII.	21. VII.
NBr	59,9°	60,3°	60,3°	60,2°	59,9°
WL	39,4°	28,8°	27,0°	22,9°	18,8°
Chaetoceros, alle	374	288 653	2439	15214	1576
" boreale	36	7140	4060	1268	172
Coscinodiscus	13	1516	2236	227	6
Thalassiosira	2	50	14	48	—
Rhizosolenien alle	1109	479	1019	240	46
Rh. styliformis	131	363	754	201	40
Guinardia	—	78	155	126	22
Nitzschien	4	3	4	1	8
Ceratium fusus	5	217	821	250	156
" furca	1	985	351	160	153
" tripos alle	2	453	313	240	511
" " v. baltica	1	261	130	154	400
" " longipes	—	169	188	68	102
" " arctica	—	—	—	—	—
" " macroceros	—	—	—	—	—
Dinophysis alle	8	150	52	16	7
Peridinium divergens	5	105	32	31	45
" ohne divergens	1	143	45	3	2
Diplopsalis	2	51	16	19	11
Ptychocylis urnula	17	645	254	69	3
Cyttarocylis denticulata	97	84	87	280	3
Appendicularien	—	13	11	10	—
Pteropoden	9	66	3	4	6
Copepoden und Copepoditen	7	100	48	78	32
Nauplien alle	33	221	132	99	55
Oithonaarten	4	66	35	61	24
Microsetella, alle	2	58	13	26	15
" , Nauplien	1	35	3	11	9
" , reif	—	23	10	14	6
Rotatorien	—	408	58	27	22

Zum Versuch einer Deutung aus den hydrographischen Verhältnissen mögen die Temperatur- und Salzgehaltskarten Böhnekes (1936) für den August dienen, insbesondere (Abb. 2) die Isotherme für 10°, daneben die Isohaline für 35‰. Der Verlauf dieser Linien zeigt, daß das warme atlantische (Golfstrom-) Wasser sich im Südwesten am stärksten an Island herandrängt. Westlich davon dringt eine Zunge dieses wärmeren Wassers bis gegen 36° WL vor, und diese Zunge nebst ihrer Umgebung fällt zusammen mit jenem größten zusammenhängenden Gedeihgebiete der Planktonkarten. Man kann dies Verhalten offenbar nicht so deuten, daß der Planktonreichtum eine Eigentümlichkeit des atlantischen Wassers sei, denn dies ist gerade da, wo es im Süden von Island am stärksten gegen Norden vordringt (Isotherme für 12°) ausgesprochen arm. Man muß vielmehr wohl annehmen, daß der Planktonreichtum hier in Zusammenhang mit Mischungsvorgängen steht.

Wenn das Vordringen der Isotherme für 12° zu Planktonarmut Veranlassung gibt, so mag auch ihr Zurückweichen südlich der Färöer für das dortige Gedeihgebiet des Planktons Bedeutung haben, doch dürfte es nicht allein zu seiner Erklärung genügen. Daß ein Zusammenhang mit der dort besonders starken und beständigen atlantischen Strömung bestehe, ist nach unseren heutigen Kenntnissen nicht sehr einleuchtend. Es wäre jedoch denkbar, daß das Vorhandensein der beiden Archipele in diesem Gebiet, der Färöer und der Shetlandinseln, so wie das der Färöerbank eine Verdichtung des Planktons bedingt. Ich habe eine solche in der Nähe der Inseln für den Frühling sehr deutlich nachweisen können (1936 b, Abb. 13), und was die Bank betrifft, so hat schon Paulsen (1918) die Möglichkeit örtlicher starker Wucherungen dort wahrscheinlich gemacht. Ich selbst habe sie oben (S. 155) ebenfalls nachgewiesen.

Zwischen den beiden besprochenen Gedeihgebieten findet die stärkste Annäherung der Isothermen für 10° und 12° aneinander statt, und hier liegt auch die stärkste Annäherung des nördlichen und südlichen Minimalgebiets, ja jene sie einigermaßen verbindende niedrigwertige Zwischenzone.

Im übrigen dürften alle nördlichen Minimalgebiete aus dem Polarstrom und seinen Verzweigungen deutbar sein. Sehr klar kommt im Westen längs des Eisrandes die verarmende Wirkung des kalten Ostgrönlandstroms zum Ausdruck. Auf der anderen Seite von Island fehlen im Norden Zahlenwerte, doch ist auch hier eine enge Beziehung auf die Temperatur und Strömungsverhältnisse höchst wahrscheinlich.

Das Verhalten des Planktons in unmittelbarer Nähe der Küste zeigt naturgemäß mancherlei Unregelmäßigkeiten. Immerhin verdienen einige Beobachtungen noch besondere Beachtung. Im Anschluß an das zuletzt Besprochene sei auf die verhältnismäßig scharfe Grenze bei dem südöstlichen Vorgebirge Vestrahorn aufmerksam gemacht, die besonders bei dem Gesamtplankton auffallend hervortritt. Schon eine früher von mir gegebene Darstellung (1933, Fig. 13, S. 253) zeigte einen besonders starken Sprung an dieser Stelle (Stat. 17—18 und Stat. 45—46). Wir werden die große Bedeutung dieser Grenze häufig wieder finden, wie wir sie schon oben öfter bemerkt haben (vgl. unten S. 176).

Längs der südlichen Westküste Islands scheint das im allgemeinen verhältnismäßig hochwertige Plankton mit dem großen Gedeihgebiet der offenen See im Südwestquadranten zusammenzuhängen, doch ist die Hochwertigkeit der Faxabucht wohl nicht allein daraus erklärbar. Schwer verständlich ist die Armut der Selvogsbank. Viele Tatsachen zeigen, daß dieses kleine Gebiet ganz besonderen



Bedingungen untersteht, wie schon oben wiederholt hervorgehoben worden ist. Es muß für jetzt genügen, darauf aufmerksam zu machen, daß auch hier diese Sonderstellung der Bank unverkennbar ist. Und schließlich läßt sich auch das beim Gesamtplankton und den Diatomeen hochwertige Gebiet vor Ingolfshöfði und der Medlandbucht nebst der langen Zone, die sich von dort ostwärts in See hinaus fast bis  $10^{\circ}$  WL erstreckt, nicht so ganz einfach aus bekannten Umständen erklären, abgesehen von jener Abgrenzung gegen Norden bei Vestrahorn, die zweifellos eine Folge der höchst charakteristischen Strömungsgrenze ist, welche etwa von Vestrahorn nach den Färöer hinüberzieht. Es wäre denkbar, daß irgendwie auch hier das Gedeihen des Planktons mit einer kräftigen Mischwasserbildung in Zusammenhang steht.

Mit diesen Überlegungen ist das, was sich über das Plankton als Ganzes im Untersuchungsgebiet im August sagen läßt, sowohl was das Tatsächliche, wie was das Ursächliche betrifft, zunächst erschöpft. Das Verhältnis des akinetischen und kinetischen Planktons, das ein so charakteristisches Kartenbild gibt, ist kaum weiter zu deuten. Das Ganze wird jedoch noch eine stärkere Begründung erfahren können durch die Ergebnisse der Beobachtungen über enger umgrenzte Organismengruppen. Unter diesen müssen, wie mir scheint, eine besondere wichtige Stellung noch die Metazoen einnehmen. Ihrer Erscheinungsweise in Raum und Zeit dürfte gegenüber allem Protistenplankton ein besonders hoher Grad von Beständigkeit zukommen, worauf ja auch in den früheren Abschnitten schon gelegentlich hingewiesen worden ist. Eine verhältnismäßig geringe Empfindlichkeit gegen Außeneinflüsse wird schon durch die längere Lebensdauer, die seltenere Fortpflanzung vorausgesetzt. Wenn ein Copepode monatelang lebt, so muß er auch dem diesem Zeitraum entsprechenden Wechsel der Bedingungen gewachsen sein. Die Metazoen werden immer besonders geeignet sein, einen biologischen Dauerzustand zum Ausdruck zu bringen, das Protistenplankton geeigneter, verhältnismäßig schnelle Veränderungen zu kennzeichnen. Und dazu kommt ein Zweites. Die Metazoen stellen sozusagen das jeweilige Endergebnis der Planktonproduktion dar. Man möchte sagen, daß irgendwie in ihnen jeweils die Vorgeschichte der Planktongemeinschaft zusammengefaßt sein muß. — Diese Überlegungen sind vielleicht immerhin beachtenswert, obwohl die folgende Darstellung der Metazoen im wesentlichen nur schon Bekanntes bestätigt.

### c) Karten der Metazoen.

In der Gesamtkarte der Metazoen (Abb. 41) mögen als Grenzen von Kümmergebieten die Isoplanken für 2,0, als Grenzen der Gedeihgebiete die für 3,0 gelten. Betrachtet man sie unter den damit gegebenen Gesichtspunkten im Vergleich mit der Karte der kinetischen Organismen, so wird man eine weitgehende Übereinstimmung feststellen — etwas keineswegs Naheliegendes oder Selbstverständliches, da ja innerhalb der Gesamtheit der kinetischen Organismen die Metazoen nicht vorzuherrschen, sondern gegenüber den Peridineen und oft auch den Protozoen meist beträchtlich zurückzutreten pflegen. Wir erkennen insbesondere die öfter erwähnten Gedeih- und Kümmergebiete deutlich wieder. In Einzelheiten finden allerdings Abweichungen statt, die z. T. recht eigentümlich sind.

Das nördliche Kümmergebiet ist durch 4 Abschnitte dargestellt, von denen der erste, westlichste ( $33-34^{\circ}$  WL) den Metazoen eigentümlich und auffallend niedrigwertig ist ( $< 1,5$ ). Die andern entsprechen durchaus Bekanntem, doch

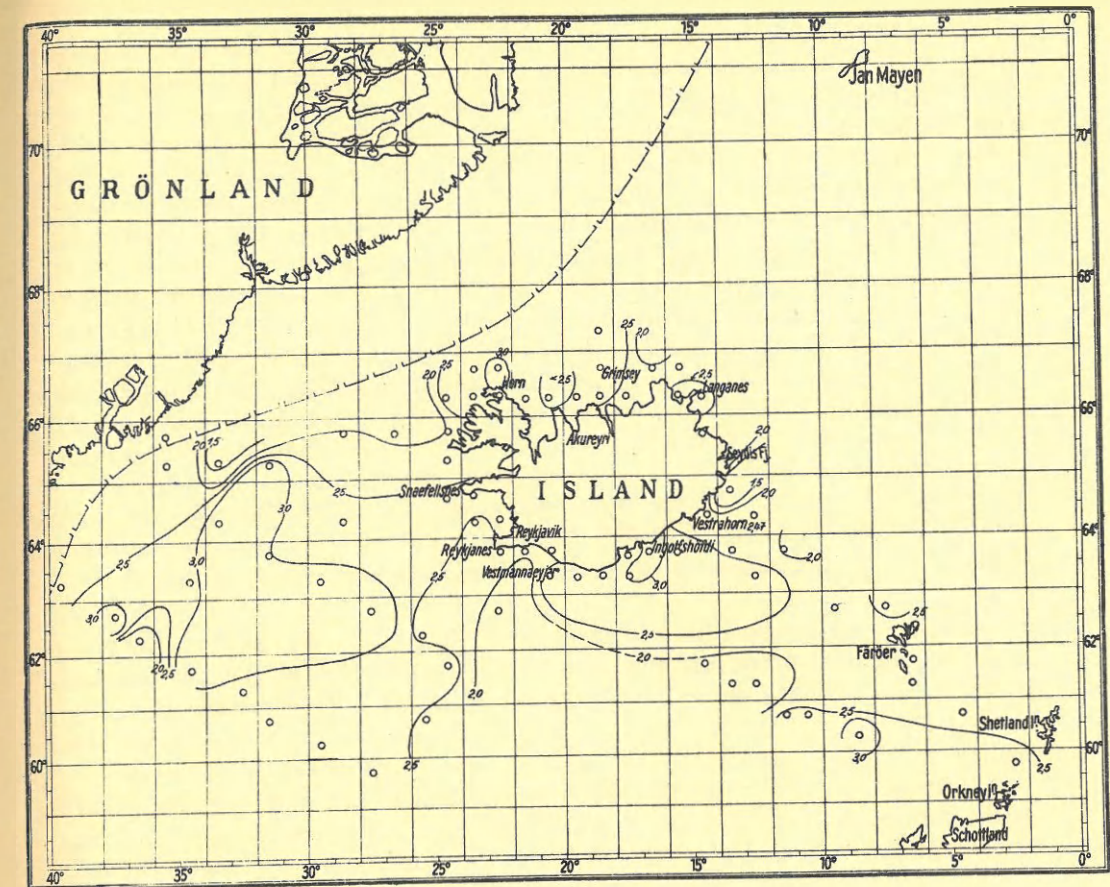


Abb. 41. Metazoen.

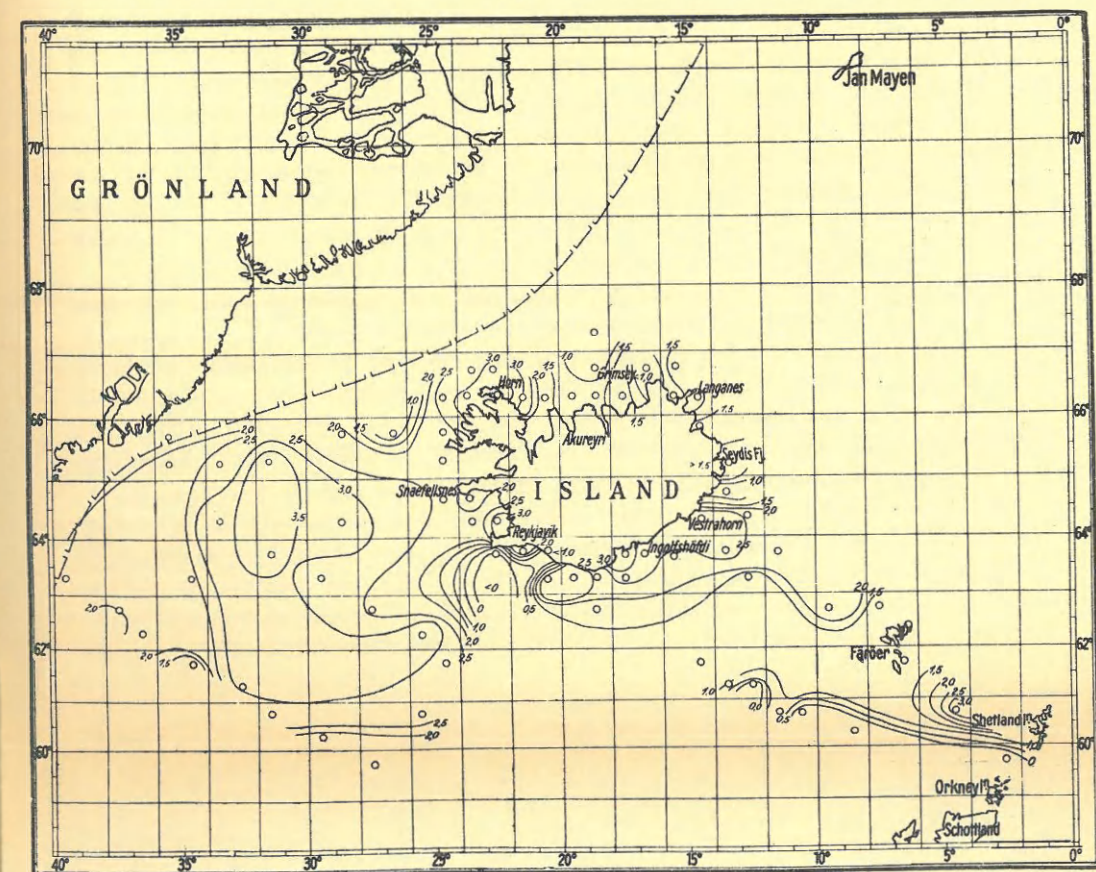


Abb. 42. Tintinnen.



erweist sich das südöstliche Minimum zwischen Seydisfjord und Vestrahorn ebenfalls als besonders niedrigwertig. Das südliche Kümmergebiet dringt, wenn man es durch die Linie für 2,0 kennzeichnet, im Bereiche der Selvogsbank nicht bis an die Küste vor; allerdings ist der Minimalwert dort doch nur 2,03. Westwärts davon scheint das Kümmergebiet stärker gegen das westliche Gedeihgebiet vorzudringen. Der östliche Teil des südlichen Kümmergebietes schiebt sich zwischen 61 und 62° NBr zungenförmig gegen Osten vor und einbezieht zwei Punkte, von denen der eine bei den kinetischen Organismen im benachbarten Gedeihgebiet lag. Dies Gedeihgebiet des Südostens ist hier durch einen einzigen Wert über 3,0 ausgezeichnet, im übrigen nur ziemlich unbestimmt angedeutet. Dagegen ist nordwestlich davon das Gebiet an der Küste von Island durch eine Zungenbildung und ein Maximum mit Werten über 3,0 kräftiger hervorgehoben als bei den kinetischen Organismen. — Ein weiteres kleines Minimum ist in dem Felde 62° Ns, 36° W zu beobachten. Es erscheint als etwas wieder den Metazoen Eigentümliches, da auf den vorhergehenden Karten nur eine unbestimmte Andeutung davon zu beobachten ist. Ob dies Minimum auf südliches Wasser zurückzuführen ist, läßt sich nicht sicher erkennen.

Besondere Deutungen können für alle diese Abweichungen nicht gegeben werden.

Die nun folgenden kurzen Besprechungen einiger Teilgruppen der Metazoen werden, wie ich hoffe, auch ohne Veröffentlichung der Karten verständlich sein, jedenfalls aber genügen, um ein gemeinsames Hauptergebnis ihrer Betrachtung zu begründen.

Die Nauplien der Copepoden. Diese Gruppe ist die bei weitem höchstwertige Teilgruppe der Metazoen. Nicht nur im Mittelwert, sondern auch in fast allen Einzelproben überragen ihre Werte die der Copepoditen nebst erwachsenen Copepoden und damit die aller folgenden Gruppen. Infolge dieses Vorherrschens hat sie auch eine weitgehende bestimmende Bedeutung für die Gestaltung der Metazoenkarte. Die beiden Karten sind einander sehr ähnlich. Es seien nur ein paar Unterschiede hervorgehoben. Die an der Südseite Islands sich ostwärts erstreckende Zunge scheint sich bei den Nauplien bis zu den Färöern auszudehnen. Zum mindesten dürfte ihre Unterbrechung durch niedere Werte weniger ausgeprägt sein als bei den Metazoen insgesamt. Ein verhältnismäßig armes Gebiet scheinen die Nauplien im Nordwesten von Island zu haben. An den dortigen hohen Werten der Metazoen sind die Nauplien gewöhnlich mit weniger als 50% beteiligt. Übrigens ist dies Gebiet sehr schwankungsreich und daher schwer zu beurteilen.

Copepoden und Copepoditen. Auch hier entsprechen die Grundzüge der Karte denjenigen der Metazoen insgesamt. Insbesondere ist das große Gedeihgebiet des Südwestquadranten wieder deutlich ausgeprägt. Seine Ostgrenze erscheint jedoch hier noch mehr westwärts zurückgedrängt als bei den Metazoen und den Nauplien, und die Ostzunge der Südküste ist wesentlich unscheinbarer geworden. Auch das südöstliche Gedeihgebiet, das in seinen wesentlichen Zügen ebenfalls wiederkehrt, erscheint von Osten her eingeeengt.

Rotatorien. Die Karte schließt sich zwanglos an die der Copepoden an, doch geht die Einengung der Gedeihgebiete noch weiter. Die Zunge an der östlichen Südküste ist nur noch mit ihrem Wurzelteil vorhanden. Das Gedeihgebiet südlich der Färöer hat sich von dieser Inselgruppe ganz abgelöst, unter Zurücklassung eines kleinen höherwertigen Teilgebiets im Norden davon. Von dem kleinen nordwestlichen Küstenmaximum sind nur noch Spuren vorhanden. An



dem Hauptgideihgebiet im Südwestquadranten ist beachtenswert, daß es sich nunmehr nicht nur südlich der Insel westwärts, sondern augenscheinlich auch aus den beiden großen Buchten des Westens zurückzieht. Ferner ist das auf der Metazoenkarte so auffallende und auch bei den Copepoden noch nachweisbare Minimum des äußersten Südwestens verschwunden. Das würde also hier eine relative Steigerung der Bevölkerungsdichte bedeuten.

Gastropoden. Die Werte sind niedrig, aber die Grundzüge der Karte unverkennbar wieder die gleichen wie bisher. Alles ist noch weiter eingeeengt und aus den Randzonen der Metazoengideihgebiete zurückgezogen. Verhältnismäßig hoch sind die Werte bei den Färöern.

Appendicularien. Die Karte hat an den meisten Stationen Nullwerte. Um so beachtenswerter ist es, daß das Hauptgideihgebiet im Südwestquadranten doch ganz deutlich auch hier noch wiederkehrt und die übrigen kleinen Gideihgebiete mehr oder weniger entschieden an die Züge der Metazoenkarte erinnern.

Diese fünf Teilkarten der Metazoen führen also zu einem sehr klaren und sehr wichtigen Ergebnis. Sie zeigen nämlich, daß erstens die Dichterverteilung der Metazoen als Gesamtgruppe in den einzelnen Teilgruppen in ihren Grundzügen wiederkehrt, und daß zweitens diese Wiederkehr am entschiedensten in den Kerngebieten ist, während von den Randzonen her eine Einengung stattfindet, um so stärker, je schwächer die betreffende Gruppe ist. Naturgemäß liegt bei diesem Ergebnis die Vermutung nahe, daß die Karten der schwächeren Gruppen noch ähnlicher derjenigen der Metazoen ausfallen würden, wenn größere Wassermengen untersucht worden wären. Man kommt also zu dem Schluß, daß die Faktoren, welche die Dichteverteilung des Metazoenplanktons bestimmen, auf dessen verschiedene Teilgruppen im wesentlichen an jedem Orte gleichsinnig wirken. Diese Erfahrung entspricht durchaus dem, was schon oben bei den Kurven- und Isoplethendarstellungen hervortrat.

#### d) Teilkarten der Protisten.

Die Tintinnen (Abb. 42) sollen hier wieder als Vertreter der Protozoen behandelt werden. Sie bestimmen in der Tat in vielen, ja vielleicht den meisten Fällen die Größenordnung der Bevölkerung der mit einer Maschenweite von 40  $\mu$  fangbaren Protozoen.

Die Karte der Tintinnen weicht von derjenigen der kinetischen Organismen bedeutender ab als die der Metazoen, vor allem im Südosten, wo man ein Zusammenstimmen damit kaum noch wird anerkennen können. Das große Gideihgebiet im Westen kehrt jedoch auch hier deutlich wieder. Sein Maximalteil mit Werten über 3,0 ist fast ausnahmslos auf Stationen gegründet, welche bei den kinetischen Organismen Werte über 4,0 haben. Die Anlehnung an die Westküste von Island, die Abgrenzung gegen das Minimum der Selvogsbank und wohl auch gegen das große Minimalgebiet weiter südlich zeigt ähnliche Verhältnisse. Weiter kehrt das kleine Gideihgebiet im Norden der nordwestlichen Halbinsel deutlich wieder. Etwas abweichend ist die Mitte des Nordens, gut übereinstimmend aber wieder der Südosten von Island.

Dagegen ist die brückenartige Verbindung zwischen dem südlichen Island und dem nördlichen Schottland nicht vorhanden. Vielleicht dürfen zwei Werte über 3,0 einerseits an der Südküste von Island, andererseits mitten zwischen den Färöern und den Shetlandinseln als Pfeiler dieser Brücke betrachtet werden; die

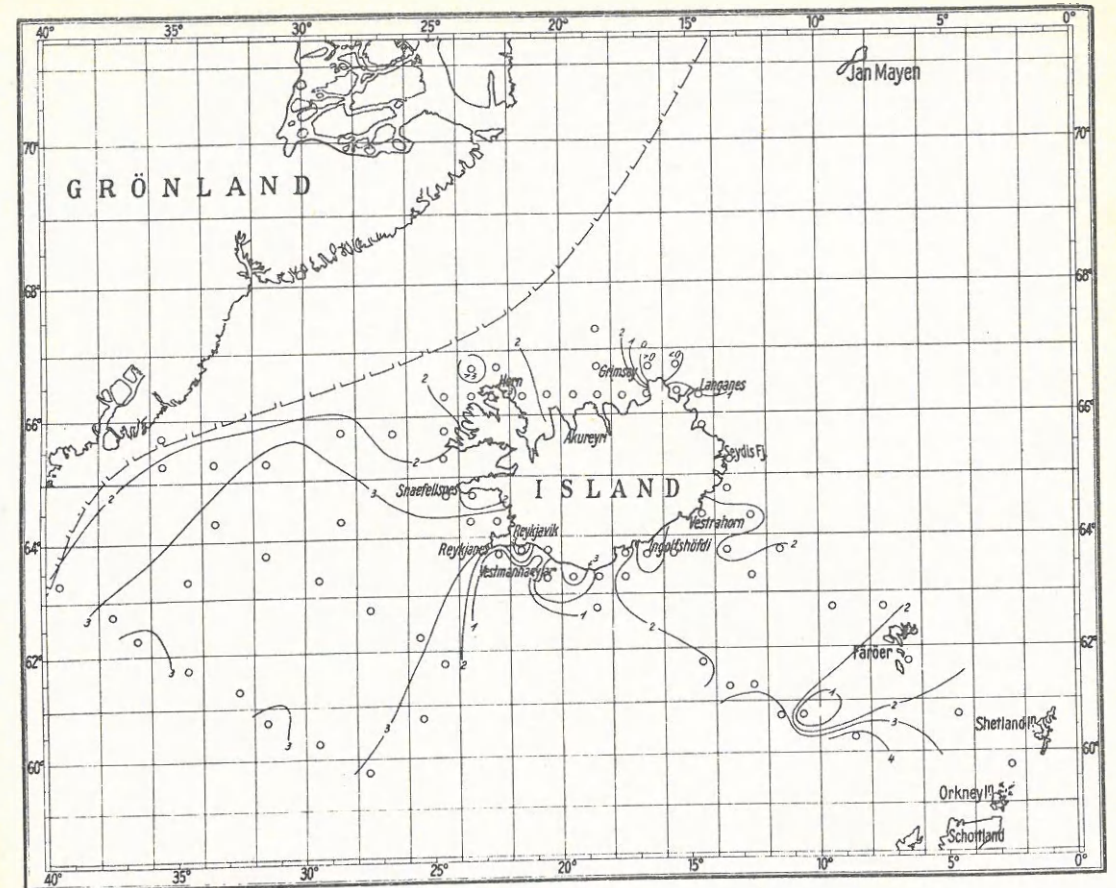


Abb. 44. Andere Peridineen.

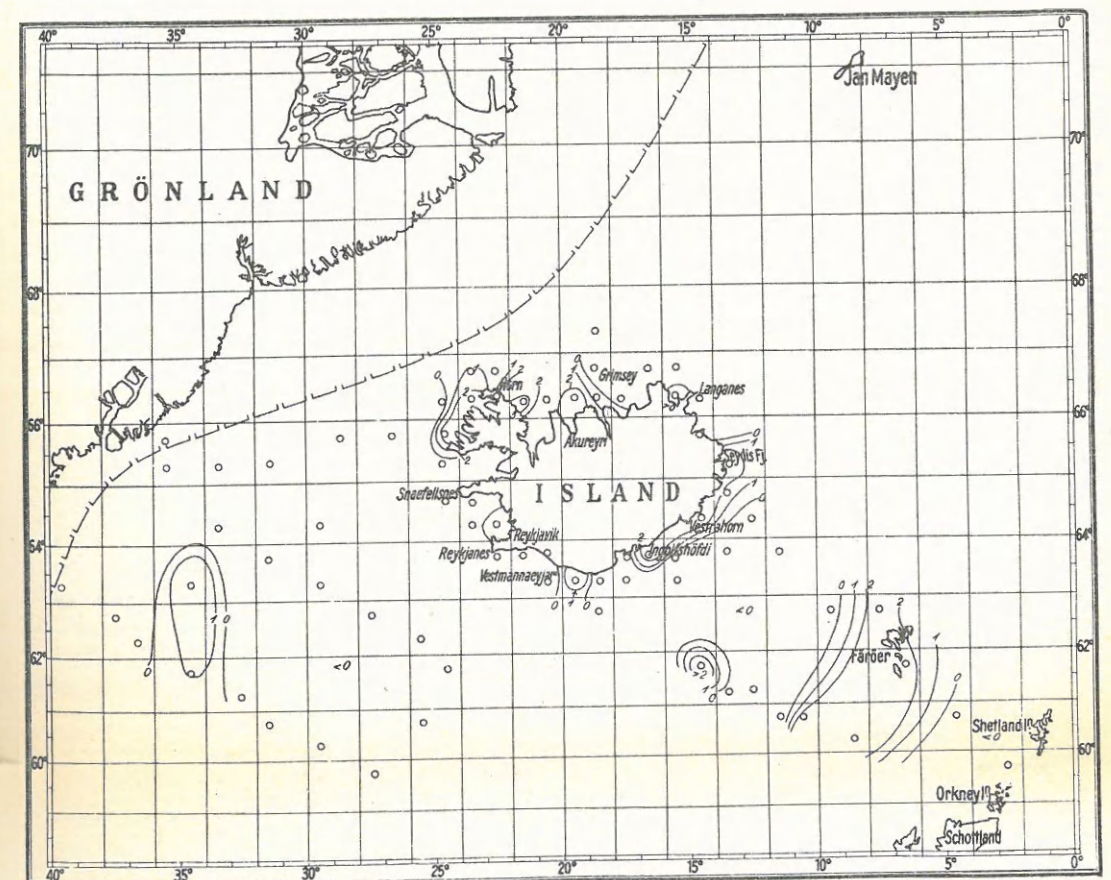


Abb. 45. Thalassiosira.



Gesamtlage deutet doch auf andere Verteilungsbedingungen hin. Die höchsten Werte liegen im allgemeinen auf einem Streifen zwischen  $63^{\circ}$  und  $64^{\circ}$  NBr, der von der Südküste Islands gegen Osten vordringt. Ähnliche Streifen waren bei den Metazoen und Diatomeen vorhanden, doch decken sie sich nicht mit diesem hier. Nach Norden ist nördlich von Vestrahorn der Streifen scharf abgegrenzt, was vielen anderweitigen Beobachtungen entspricht. Nach Süden nehmen die Werte in einer ebenfalls streifenförmigen Zone in der Breite der Färöer ab bis zu einem auch noch annähernd westöstlichen Streifen mit mehreren Nullwerten in der Breite der Shetlandinseln. Von den vier höchstwertigen Stationen der kinetischen Organismen (über 4,0) hatten drei überhaupt keine Tintinnen.

Zu der Frage, ob und wie sich diese Verhältnisse zwischen Island und Schottland deuten lassen, möchte ich mich nur mit aller Vorsicht äußern. Daß die Ausbildung jener „Brücke“ mit dem Begegnen warmen und kalten Wassers zusammenhängt, vielleicht auch unmittelbar mit Einflüssen der Island-Färöer-Shetland-Schwelle, ist anzunehmen. Auch hier liegt die Gedeihzone zwischen den beiden gegensätzlichen Wassersorten, und es verdient hervorgehoben zu werden, daß der Verlauf ihrer Grenzen zu dem der Augustisothermen besser stimmt als bei den vorbesprochenen Karten. Vielleicht darf man die Ausbildung des Westoststreifens zwischen  $63^{\circ}$  und  $64^{\circ}$  NBr als ein Herandrängen relativer Maximalentwicklung bis dicht an die Grenze eines tiefen Minimalgebiets betrachten, wie sie öfter beobachtet wird (Hentschel, 1936 a, S. 51), jedoch bisher nicht befriedigend erklärt zu sein scheint.

Für die Peridineen kommen hier zwei Karten in Frage, welche zusammen die Gesamtheit dieser Gruppe zur Darstellung bringen, nämlich die der Ceratien (Abb. 43) und die der „anderen Peridineen“ (Abb. 44). Sie ähneln einander weitgehend, ähneln auch derjenigen der Metazoen und derjenigen der kinetischen Organismen insgesamt, während sie der Tintinnenkarte gegenüber die aus dem eben Besprochenen hervorgehenden Abweichungen zeigen. Das große Gedeihgebiet des Südwestens und seine Abgrenzungen sind in der gewöhnlichen Weise entwickelt. Im Südosten tritt die Beteiligung am Gedeihgebiet der kinetischen Organismen deutlich, doch im wesentlichen nur in seinem Kernteil (wo diese Werte über 4,3 haben) hervor. Das kleine nordwestliche Gedeihgebiet nahe der Küste ist ebenfalls in beiden angedeutet. Schwach entwickelt erscheint die Kaltwasserzunge im Südosten von Island. Obwohl sie auf beiden Karten angedeutet ist, zeigt sie doch keine sehr scharfe Abgrenzung gegen die südländischen Gewässer, ja man könnte zum Teil einen Übergang vom kalten armen zum warmen armen Wasser hier annehmen. Die betreffende Gegend ist überhaupt die unklarste der beiden Karten. Auffallend ist bei den „anderen“ Peridineen ein Wert unter 1,0 im Südwesten der Färöer ( $60^{\circ}$  Nn,  $10^{\circ}$  W).

Von den Diatomeen sind zur eingehenderen Untersuchung die beiden Gattungen *Chaetoceros* (Abb. 46) und *Thalassiosira* (Abb. 45) ausgewählt. Die zu anderen Jahreszeiten so wichtige *Thalassiosira* ist im August ziemlich schwach entwickelt. Die meisten Gebiete zeigen Nullwerte. Dazwischen liegen kleine Gedeihgebiete, in denen allerdings in charakteristischer Weise die Werte meist sogleich ziemlich hoch ansteigen. Vor allem gedeiht die Gattung um Island und um die Färöer mit Einschluß der Färöerbank herum. Ein ganz isolierter hoher Wert zwischen beiden macht einen etwas unwahrscheinlichen Eindruck. Er beruht auf 12 kleinen Kolonien (in 5 Litern) von *Th. subtilis*, die sonst in der Nähe nicht beobachtet wurde. Schließlich sind 2 wohl zusammenhängende nied-



rigwertige Vorkommnisse auf 34–35° WL zu verzeichnen, die den einzigen Ausdruck des gebräuchlichen südwestlichen Gedeihgebiets darzustellen scheinen. Dies echte Hochseegedeihgebiet fehlt also fast ganz, und die ganze Art des Vorkommens deutet auf Küsten- und Flachwasserbindung hin. Auch die Unterscheidung von kaltem und warmem Wasser ist nicht deutlich ausgedrückt. Der Südosten Islands, der in dieser Beziehung besonders bezeichnend zu sein pflegt, ist weit über die gebräuchliche Grenze des arktischen Wassers hinaus stark besiedelt, ohne daß man dies Gedeihen einer der beiden sich dort begegnenden Wassersorten zuordnen könnte.

Die Gattung *Chaetoceros* steht offenbar unter ganz anderen Bedingungen des Gedeihens und Kümmerens. Die Verhältnisse der allgemeinen Diatomeenkarte (Abb. 39) sind wesentlich deutlicher angegeben als bei *Thalassiosira*, immerhin doch mit beträchtlichen Abweichungen. Beiden gemeinsam ist zunächst das Färöer Gedeihgebiet, das bei den Diatomeen insgesamt ganz maßgeblich zur Geltung kommt und auch im 40- $\mu$ -Gesamtplankton noch herrschend sich durchsetzt. In der Tat wird die Besiedelung jener Gegend in der Gesamtplanktonkarte in deutlichem Widerstreit zu den kinetischen Organismen ganz durch die akinetischen beherrscht. Nirgends treten die beiden Grundgruppen des Planktons in so entschiedenem Widerspruch zueinander wie in diesem Gebiet. Eine Beziehung zu Warm- und Kaltwasser ist bei *Chaetoceros* ebensowenig zu erkennen wie bei *Thalassiosira*. Die Gesamtkarte der Diatomeen scheint eine derartige Beziehung deutlicher zu zeigen. Auf ihr war auffallend, daß der südlichste Teil der Westgebiete von Norden nach Süden ziemlich schnell verarmt. An dieser Erscheinung ist augenscheinlich *Chaetoceros* wirksam beteiligt.

#### e) Vervollständigung der Gesamtplanktonkarte

Die Reihe der vorstehend besprochenen Teilkarten dürfte genügen, um die Differenzierung des Planktons im August deutlich vor Augen zu führen. Naturgemäß wäre es auch hier leicht möglich, weitere Einzelfälle zu untersuchen, doch möchte das eher verwirren als weiter aufklärend wirken, da die klaren, durch die ersten Karten dargestellten Grundverhältnisse durch Vorführung vieler Abweichungen mehr und mehr verwischt werden würden. Es soll hier vielmehr noch einmal die Aufmerksamkeit auf die Grundkarte des August zurückgelenkt und geprüft werden, ob es möglich ist, mit einiger Aussicht auf Wahrscheinlichkeit diese Kartendarstellung theoretisch über das Gesamtgebiet auszu dehnen. Der Gesichtspunkt, unter dem das geschehen könnte, ist wohl am besten der des Zusammenhanges zwischen hydrographischen und biologischen Verhältnissen, wie er einerseits in der 40- $\mu$ -Gesamtplanktonkarte (Abb. 37), andererseits in der Temperaturkarte (Abb. 2) zum Ausdruck kommt.

Die Isoplankte für 3,0 hat sich bei der ersteren als besonders ausdrucksvoll erwiesen. Gehen wir von ihrer Erscheinungsweise an der so charakteristischen Südostecke Islands aus, so werden wir an der Hand des hydrographischen Materials (vgl. Abb. 2) auf eine Gruppe dicht gescharter Isothermen mit den Werten 7° bis 10° hinübergeleitet. Ihrem Verlauf gemäß darf vielleicht angenommen werden, daß die 3,0-Isoplankte im wesentlichen östlich bis etwa 65° NBr, 8° WL verläuft und von dort nordöstlich oder nordnordöstlich nach der rechten oberen Ecke der Karte zu. Im Bereich der Dänemarkstraße findet sich dieselbe Isoplankte wieder, auch hier ähnlich den Isothermen verlaufend, doch bei ganz anderen Temperaturverhältnissen. Sie liegt in der Nachbarschaft der 5°-Isotherme. Zwischen diesen beiden Stücken dürfte die 3,0-Isoplankte nördlich von Island in wenig mehr als 67° NBr in der Hauptsache westöstlich verlaufen.

Auch das südliche Kümmergebiet ist durch die Isoplankte für 3,0 umgrenzbar. Hydrographisch kommt das Andringen des warmen Wassers hauptsächlich durch die Isothermen für 12° und 13° zum Ausdruck. Die Westgrenze des Kümmergebiets dürfte südlich von 60° vielleicht mit der 12°-Isotherme zusammenfallen, die Ostgrenze wird nach dem südlichen Verlauf nördlich von 60° in mehr östlicher Richtung umbiegen, wie es dem Isothermenverlauf entspricht, doch ist wohl anzunehmen, daß sie bei Annäherung an das Land wieder südwärts ausbiegt. Schließlich liegt die Vermutung nahe, daß in der linken unteren Ecke noch einmal die 3,0-Isoplankte als Grenze eines nur wenig in die Kartenfläche eindringenden Kümmergebiets auftritt.

Von weitergehenden Annahmen hat vielleicht die noch eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich, daß zwischen Island und Jan Mayen das Plankton von Osten nach Westen, richtiger gesagt nach der Eisgrenze zu abnimmt, so daß der Eisgrenze ungefähr die 2,5-Isoplankte entspräche. Und ferner: Nordöstlich der Färöer ist wohl noch mit einem Gedeihgebiet zu rechnen. Es mag zwischen 0° und 5° WL durch eine Isoplankte vom Werte 4,0 umgrenzt sein und etwa dem Raum zwischen der 10°- und 12°-Isotherme entsprechen. Weiter östlich, außerhalb des Gebietes der Karte, möchte man nach den thermischen Verhältnissen wieder ein Kümmergebiet annehmen, denn die Isotherme für 12° biegt sich dort — als Grenze einer mächtigen Zunge warmen Wassers deutbar — weit nach Norden aus. Andererseits sind die norwegischen Gewässer verhältnismäßig planktonreich, und man kann einstweilen nicht beurteilen, wie weit und wie stark sich dieses Plankton in das Gebiet jener 12°-Zunge hinein geltend macht.

Wir werden nach der Besprechung der Planktonkarten für andere Monate noch einmal eingehender auf die Frage der Rekonstruktionsversuche zurückkommen (S. 173 ff.).

### B. Karten für andere Jahreszeiten.

Für den Monat August war das vorliegende Material reichlich genug, so daß die darauf gegründeten Karten einigermaßen abgerundete Darstellungen für den größten Teil des Untersuchungsgebietes, ja mit einigen Rekonstruktionen eine solche für das ganze Gebiet geben konnten. Bei den übrigen Monaten ist Derartiges nicht möglich. Es können nur Teilkarten für gewisse Zeiten und gewisse Gebietsteile gegeben werden, die in vieler Beziehung unbefriedigt lassen.

Als solche kommen in Frage:

1. Für die Monate Februar und März der Südosten, ein breiter Streifen, gewissermaßen eine Verbreiterung der Basis bis zu einer zu dieser parallelen Linie durch Vestrahorn, also die Färöer und Shetlandinseln mit einschließend.
2. Für die Monate Juni und Juli ein Gebiet im Süden zwischen 4° und 23° WL, die Basis und den südwestlichen, westlichen und nördlichen Teil des Umkreises mit einschließend.
3. Für den Monat Oktober ein Gebiet im Osten und Nordosten von Island bis Jan Mayen, ungefähr den ganzen Umkreis mit einschließend und mit einem sozusagen die Basis ersetzenden Ausläufer über die Färöer bis zur Grenze der Nordsee.

Diese Teildarstellungen sollen hier in Kürze einzeln besprochen werden, um dann später bei einer Jahreszusammenfassung weiter verwertet zu werden.

#### a) Planktonverteilung in den Monaten Februar und März.

Die Werte für den Februar sind sehr niedrig, wohl im allgemeinen die niedrigsten des ganzen Jahres. Auch der März hat noch recht geringe Werte.



Bei den Diatomeen treten einige vierstellige und eine einzige fünfstellige Zahl als Höchstwerte auf, bei den kinetischen Organismen ganz wenige dreistellige. Die Unterschiede zwischen den beiden Monaten sind im allgemeinen so gering, daß es bei den Hauptgruppen möglich ist, gemeinsame Karten für beide Monate zu zeichnen, in denen wenigstens die Isolinien für ganze logarithmische Einheiten im allgemeinen gemeinsam sind. Die Hauptkarten der kinetischen und akinetischen Organismen zeigen entgegen allen sonstigen Erfahrungen auffallende Übereinstimmungen, nämlich eine ungefähr ostwestlich verlaufende Grenze zwischen einem südlichen reicheren und einem nördlichen ärmeren Gebiet. Nördlich von dieser grenzt sich im Februar noch ein besonders armes Gebiet bei Vestrahorn und im März ein reiches Gebiet in der Faxabucht ab. Auch die Karte der Metazoen läßt diese selben Züge wiedererkennen. Man gewinnt also den Eindruck, daß die klimatischen Unterschiede zu dieser Zeit des Jahres noch allein maßgebend sind, die Eigenart der Hauptgruppen dagegen kaum zur Geltung kommen.

Die Karte der Diatomeen (Abb. 47) hat in der Faxabucht einen sehr hohen Wert, den dritthöchsten von allen, während im übrigen alle Werte zwischen der isländischen Küste und etwa  $62\frac{1}{2}^\circ$  NBr niedriger als 2,0 sind. Die Linie 2,0 verläuft etwas wellig zwischen  $62^\circ$  und  $63^\circ$ , ungefähr in der Breite des Nordendes der Färöer, nur nördlich dieser Inseln nordwärts ansteigend. Man kann auch innerhalb des Gebietes nördlich dieser Isolinie eine Grenze für den Wert 1,5 ziehen, wenn man für beide Monate gemeinsame Mittelwerte zugrunde legt. Dadurch wird ein Streifen nördlich der 2,0-Linie abgesondert, der sich im Westen im Bereich der Selvogsbank der Insel anlagert. Diese Bank ist also der reichste Teil der Südküste, bleibt aber wesentlich ärmer als die Faxabucht. Südlich der 2,0-Linie treten große Bereiche mit Werten über 3 auf, von denen einer im Norden von Schottland auch einen Wert über 4 enthält, den höchsten Wert der ganzen Karte, am Rande der Nordsee gelegen. Außerdem tritt aber zwischen den Shetlandinseln und den Färöern sowohl im Februar wie im März noch einmal ein ausgedehntes Gebiet mit Werten unter 2 auf. Ich habe früher (1936 b, Fig. 13—15) eine Darstellung der Planktonverhältnisse längs einer Fahrt von den Vestmannainseln über die Färöer nach den Shetlandinseln im Monat März gegeben, auf der besonders die starke Anreicherung des Planktons in der Nähe der beiden Archipele zum Ausdruck kommt. Die Fahrt ging an den beiden Inselgruppen nördlich vorüber. Ob das besondere Gedeihen des Planktons eine Erscheinung ist, die sich auf die ganze Umgebung der Inseln bezieht, ist aus der Karte nicht deutlich zu erkennen, wird aber bei den Färöern durch die Februarwerte, bei den Shetlandinseln durch die Nachbarschaft des hochwertigen Gebiets bei den Orkneyinseln wahrscheinlich gemacht. Im allgemeinen scheinen sich die hochwertigen Bezirke an Schelfgebiete anzuschließen, wobei die Färöerbank mit in Betracht kommen würde, nur mit der einzigen Ausnahme des hohen Wertes im Felde  $62^\circ$  Ns,  $15^\circ$  W.

Die Karte der kinetischen Organismen (Abb. 48) hat die mehrfach erwähnte ostwestliche Grenzlinie wieder zwischen  $62^\circ$  und  $63^\circ$  NBr, und zwar mit dem Werte 1,5. Die Linie für 1,0 läuft ihr parallel etwa in der Breite von Ingolfshöfði und grenzt zwei Februarwerte in der Gegend von Vestrahorn als ganz besonders niedrig ab. Auf der anderen Seite von Island ist die Steigerung zur Faxabucht zwar auch vorhanden, aber viel geringer als bei den Diatomeen. Der größte Teil des Gebietes südlich und südöstlich der 1,5-Linie hat im Februar und März sehr ähnliche Werte, nur in der Land- und Schelfnähe

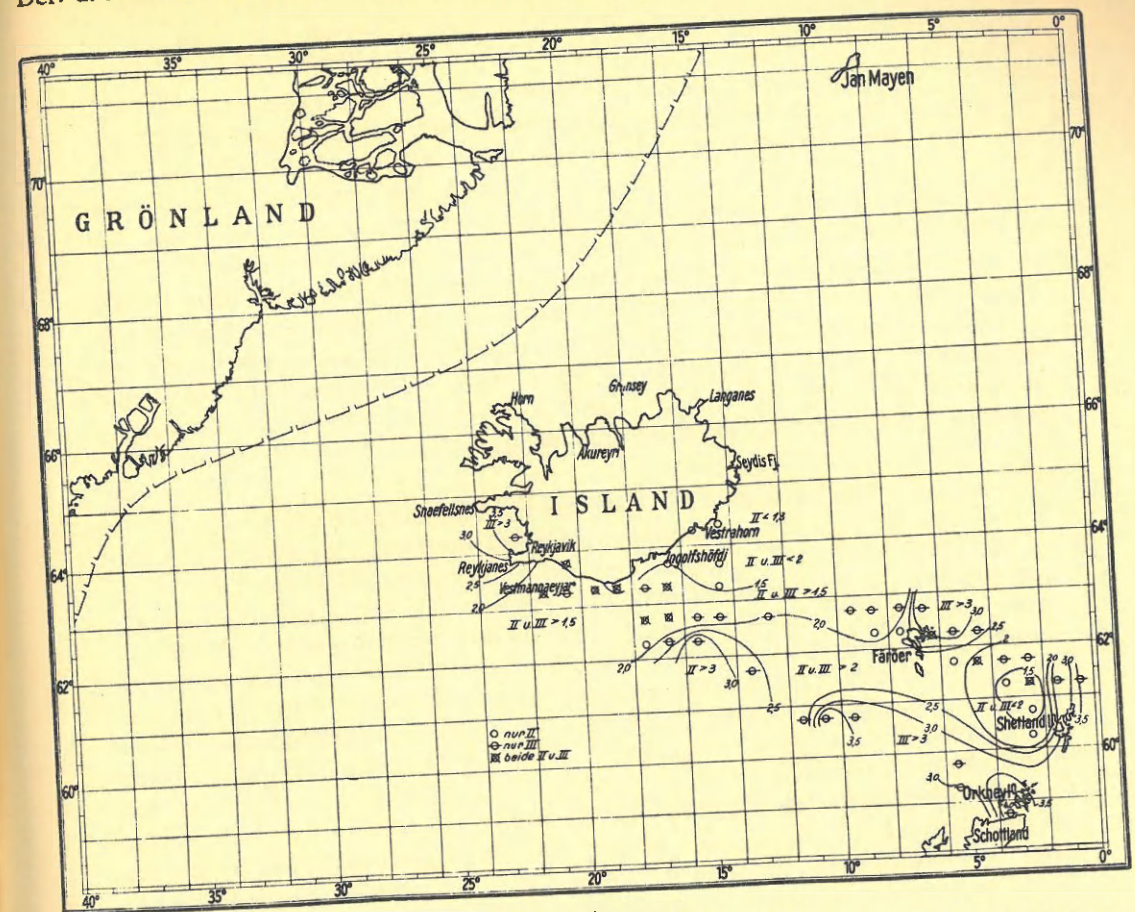
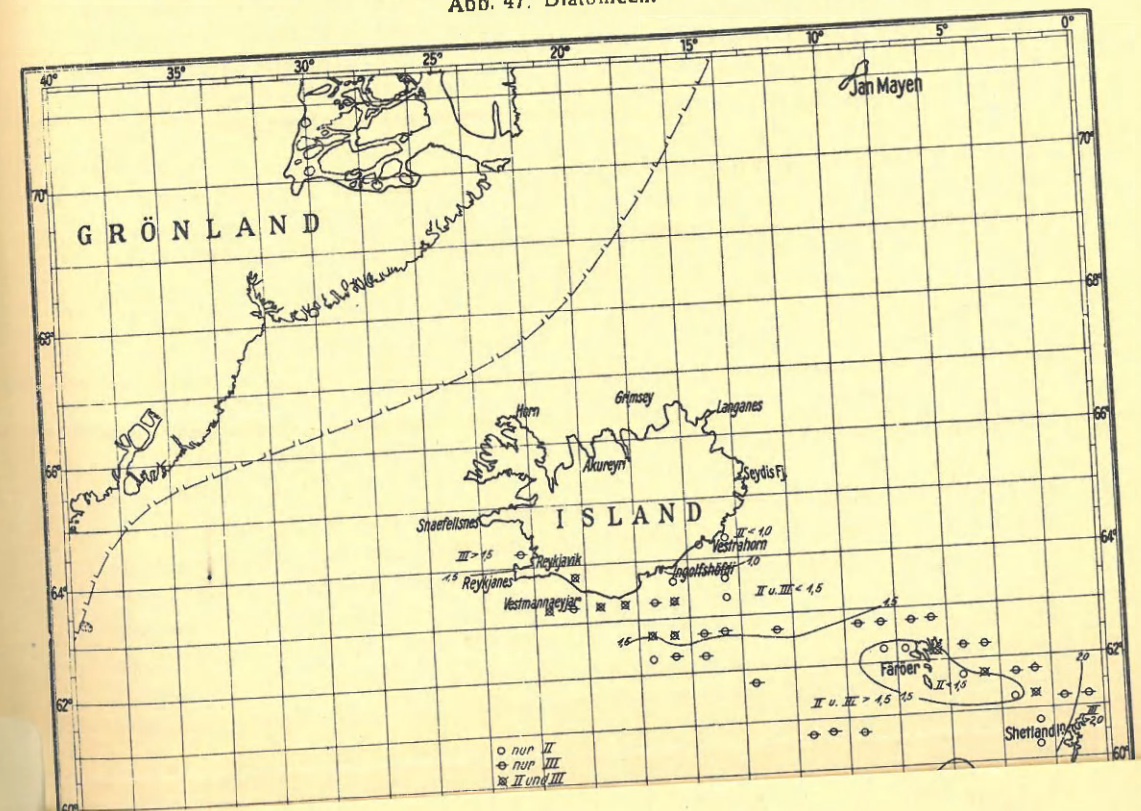


Abb. 47. Diatomeen.





des Südostens steigen sie im März an ein paar Stellen über 2,0. In der Gegend der Färöer kommt jedoch zum Ausdruck, daß der Februar noch ein ärmeres Plankton besitzt, und vielleicht ist das Gebiet, für das dies gilt, wesentlich größer, als es auf der Karte scheint.

Unter den kinetischen Organismen sind zu dieser Jahreszeit die Metazoen (Abb. 49) fast ausnahmslos vorherrschend, während Peridineen und Protozoen noch ganz zurücktreten. Die Karte der Metazoen stimmt daher auch in den wesentlichen Zügen mit der vorigen überein, nur erscheint jenes niedrigwertige Gebiet bei den Färöern hier beträchtlich ausgedehnter. Es umfaßt die sämtlichen Stationen des Februar in der Osthälfte der Karte. Der Unterschied liegt daran, daß in den Feldern der Länge  $2^{\circ}$  und  $4^{\circ}$  die Peridineen verhältnismäßig reichlich vorhanden sind, ja im äußersten Südosten sogar die Metazoen übertreffen.

Die Karte des Verhältnisses der akinetischen zu den kinetischen Organismen (der Differenz ihrer Logarithmen) (Abb. 50) zeigt zwischen  $2^{\circ}$  und  $4^{\circ}$  WL die Überlegenheit der letzteren über die Diatomeen nicht nur im Februar, sondern z. T. auch im März. Ein weiterer Punkt, wo sie vorherrschen, findet sich nordwestlich der Färöer. Im übrigen treten hier die Erfahrungen an der Diatomeenkarte wieder zutage mit dem immerhin bemerkenswerten Neuen, daß auch auf der Selvogsbank an einer Märzstation die Überlegenheit der Diatomeen verhältnismäßig groß ist ( $> 1,0$ ). Im ganzen bringt die Karte ein ungewöhnliches Gleichgewicht der beiden Obergruppen zum Ausdruck, denn unter den 57 Werten, auf die die Karte gegründet ist, finden sich nur 11 über 1, d. h. solche, die eine wenigstens zehnfache Überlegenheit der einen Gruppe (Diatomeen) zum Ausdruck bringen. Vergleicht man z. B. die Darstellung der „Basis“ für alle Monate vom Februar bis Oktober mit dieser Karte, so findet man, daß von den dort in Betracht kommenden 56 Werten nicht weniger als 30 größer als 1 sind, und zwar sowohl positive wie negative Werte. Im Grunde genommen ist dies Verhalten wohl ein Ausdruck davon, daß die Metazoen auf alle Außenfaktoren relativ schwach reagieren, also auch im Winter relativ wenig verarmen, während die Diatomeen im Winter auf sehr niedrige Werte hinabgehen.

Diese wenigen Karten lassen wohl das Wesentlichste über die Planktonbevölkerung der Monate Februar und März erkennen, doch sei noch auf meine Arbeit (1936 b) über das Winterplankton im Süden von Island aufmerksam gemacht, die beträchtlich weiter auf Einzelheiten eingeht.

#### b) Planktonverteilung in den Monaten Juni und Juli.

Es liegen hier vorwiegend die Fänge zugrunde, welche von den „Dana“ und dem „Explorer“ im Sommer 1938 beschafft wurden, ferner solche meiner Fahrt nach Island im Jahre 1936. Aus diesem Jahr stammt auch das Küstenmaterial vom Westen und Norden.

Im ganzen sind in diesen Monaten die Verhältnisse im Süden für sich allein nicht sehr ausdrucksvoll. Nur ein paar Punkte heben sich in unverkennbarer Weise hervor, und der Vergleich der untersuchten Teile des Umkreises mit den südlichen Mittelgebieten bringt einige Gegensätze in das Gesamtbild. Wesentlich ausdrucksvoller werden die Bilder z. T., wenn man sie mit den betreffenden Augustkarten vergleicht. Wie weit das Material aus dem Juni, wie weit es aus dem Juli stammt, ist in den Karten kenntlich gemacht. Man wird darauf achten



müssen, ob die Gebietsunterschiede mehr räumlich oder mehr zeitlich bedingt sein dürften.

Bei den Diatomeen (Abb. 51) treten gegenüber dem August im ganzen höhere Werte auf, darunter 9 solche über 6 (d. h. siebenstellige Zahlen für 10 Liter Wasser bei der Maschenweite  $40 \mu$ ), die sowohl aus dem Juni wie dem Juli stammen. Schon nach der „Basis“-Darstellung für die Diatomeen ist anzunehmen, daß siebenstellige Werte im Juni am häufigsten vorkommen. Ihr Auftreten ist nicht örtlich beschränkt; es erstreckt sich von  $58^\circ$  NBr bis zur Südküste von Island<sup>1)</sup> und fast über die ganze Breite des untersuchten Südgebieten. Eine besondere Ansammlung erfahren diese Werte zwischen  $60^\circ$  und  $61^\circ$  NBr und um  $10^\circ$  WL. Man könnte dabei an einen Einfluß der Färöerbanks denken. Im allgemeinen nehmen von dieser Breite an nach Norden die Diatomeenwerte ab. An der Westküste liegt die Isolinie 5,0 vor dem Nordteil der Faxabucht. Die Nordküste hat nur Werte unter 4,0; von ihnen ist der östlichste,  $< 2,0$ , der niedrigste auf der Karte, abgesehen von einem gleich zu besprechenden Werte 0,0. Alle diese sind wohl klimatisch zu deuten als Ausdruck der Abnahme des Diatomeengedeihens mit der Abnahme der Temperatur nach Norden bzw. Osten.

Der eben erwähnte Wert 0,0 ergab sich am 5. Juli auf  $63^\circ 14'$  NBr,  $22^\circ 10'$  WL (Danastation 5966). Dort wurden außer einer halben *Rhizosolenia*-Zelle überhaupt keine Diatomeen gefunden. Der Punkt liegt am Südrande der Selvogsbanks im Eingang des Selvogstiefs. Ein südöstlich benachbarter Wert 3,9 ist zwar wesentlich höher, immerhin gegen die Umgebung niedrig und steht wohl, worauf vor allem auch die anderen Karten hinweisen, mit dem besprochenen Minimalwert in Zusammenhang.

Ein auffallend niedriger Wert ( $< 3,0$ ) tritt schließlich ganz im Osten der Karte zwischen  $60^\circ$  und  $61^\circ$  NBr auf, um so auffällender, als sein westlicher Nachbarwert sehr hoch ( $> 6,0$ ) ist. Auch dieser starke Gegensatz kehrt auf mehreren der folgenden Karten wieder. Der betreffende Wert liegt mitten im Hauptzug des Golfstromwassers, das hier am kräftigsten in das Nordmeer eindringt.

Die Karte der kinetischen Organismen (Abb. 52) hat mit der vorigen die soeben besprochenen beiden Minimalstellen gemeinsam. Diejenige bei der Selvogsbanks ist an beiden Stationen sehr deutlich ausgeprägt. Von der südlicheren der beiden zieht wohl ein niedrigwertiger Streifen ostwärts, eine Erscheinung, die übrigens auch bei der Diatomeenkarte ihr Gegenstück haben könnte. Deutlich anders sind dagegen die Verhältnisse im Bereich der Färöerbanks, wo verhältnismäßig niedrige Werte auftreten. Infolgedessen erscheint ein hochwertiger Streifen mit Werten über 4,0, der von SW nach NO auf die Färöer zu das Südgebiet durchzieht. Von ihm aus findet dann nach Norden zu Abnahme statt, doch in unregelmäßiger Weise und unterbrochen durch ein paar Werte über 4 vor der Faxabucht. Längs der Nordküste schwanken die Werte ziemlich stark. Zur Deutung der Verhältnisse wüßte ich kaum etwas Zuverlässiges anzuführen. Auch die Beziehung auf die Augustkarte (Abb. 38) ist ziemlich unfruchtbar, ausgenommen in dem einen Punkte, daß wohl das Maximalgebiet vor der Faxabucht auf Grund dieser Karte als östlichster Ausläufer jenes hochwertigen Hochseegebietes vor der Dänemarkstraße zu deuten sein dürfte.

Das Verhältnis der akinetischen und kinetischen Organismen zueinander (Abb. 53), wie es in den Differenzen ihrer logarithmischen Werte zum Ausdruck kommt, stellt sich an einigen wenigen Stellen als ein

<sup>1)</sup> Der Juniwert  $> 6$  im Felde 62 s 18 fügt sich schlecht zwischen die benachbarten Juliwerte ein.

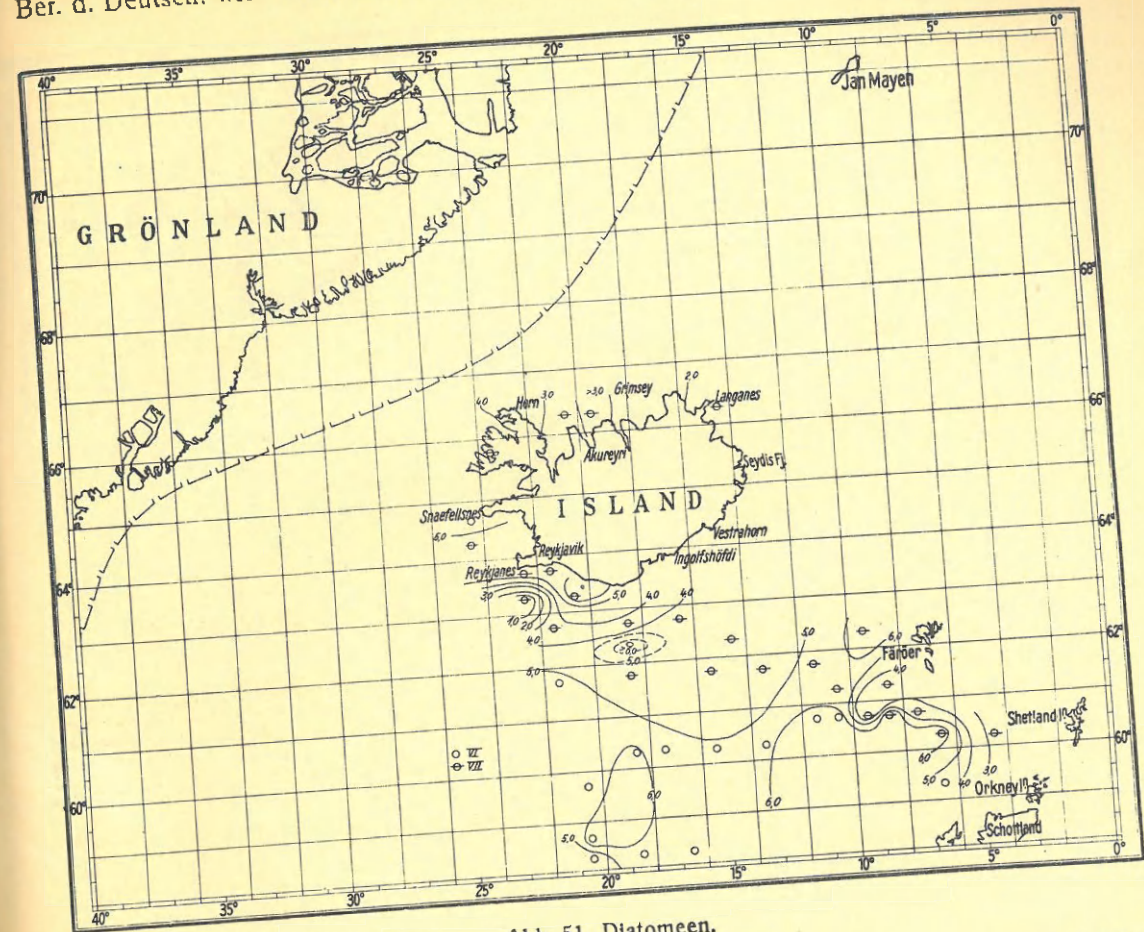


Abb. 51. Diatomeen.

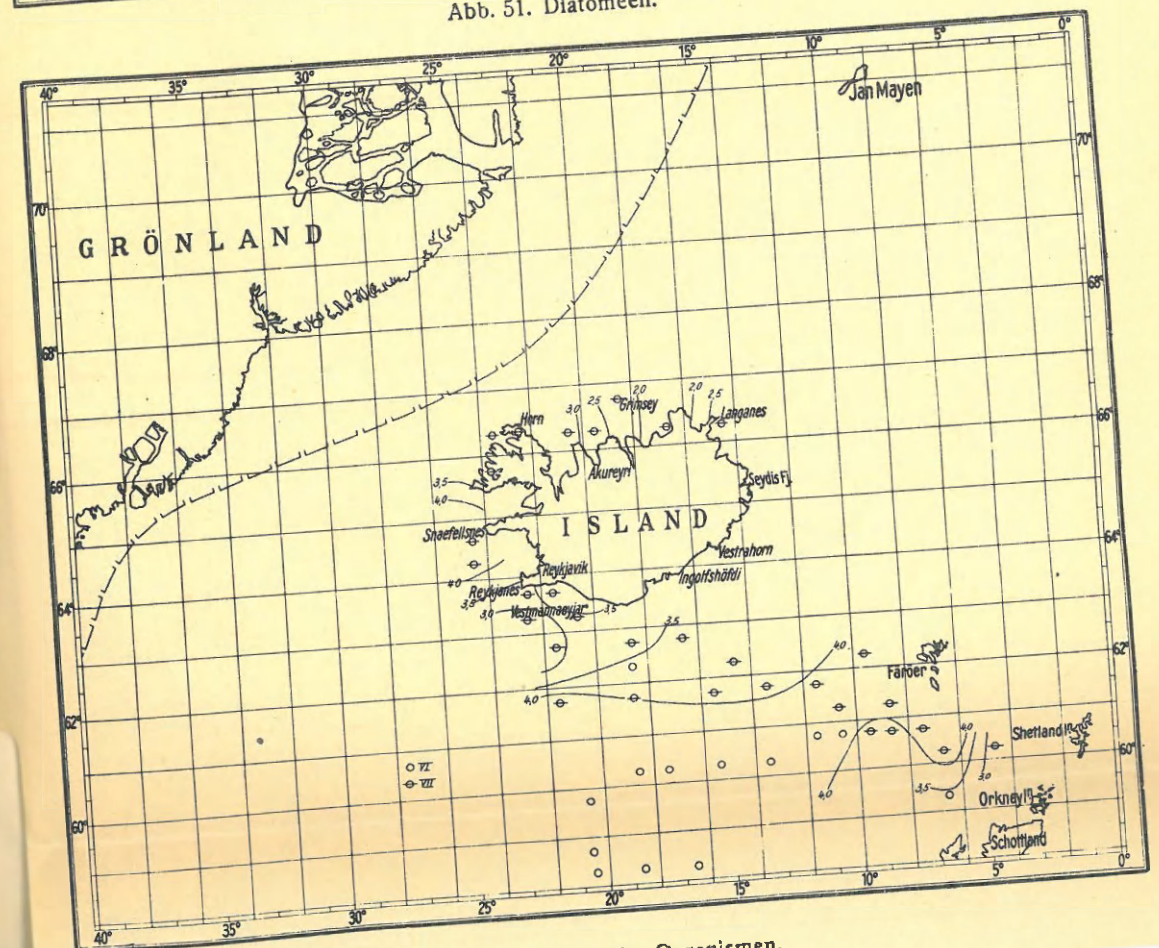


Abb. 52. Kinetische Organismen.



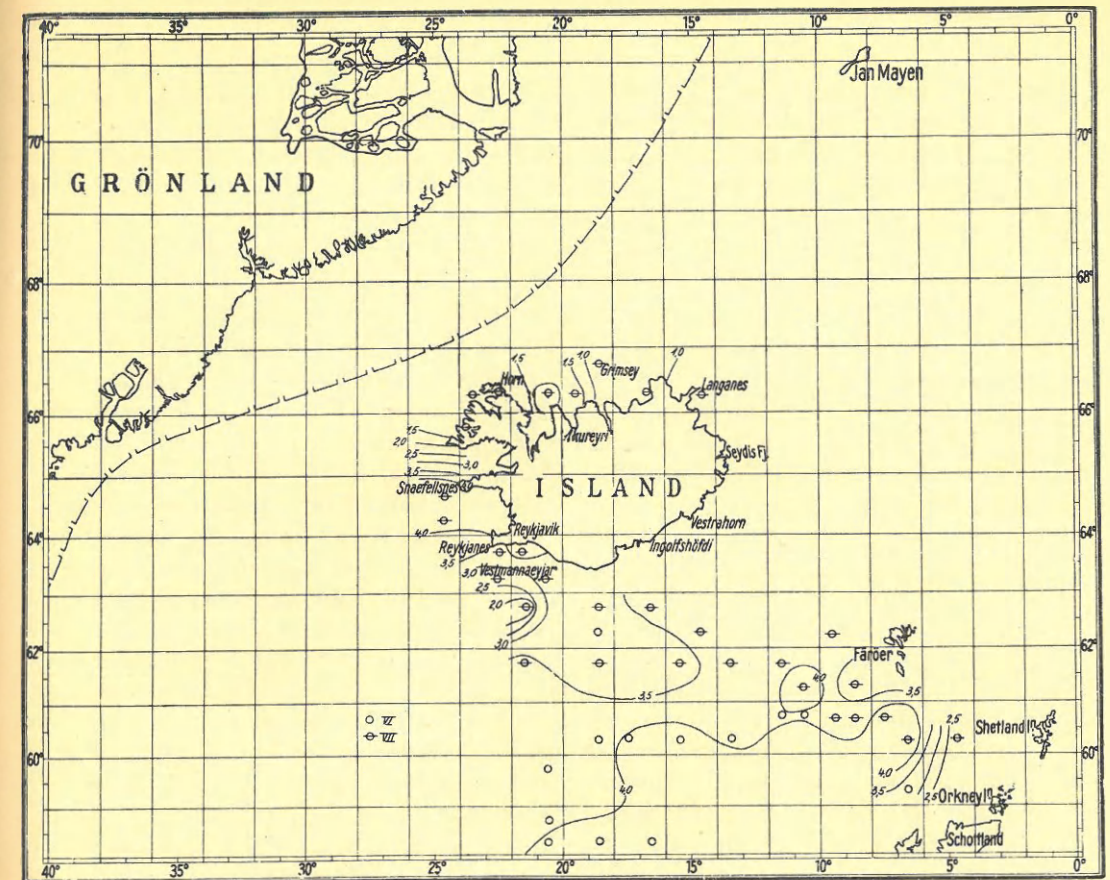


Abb. 54. Ceratien.

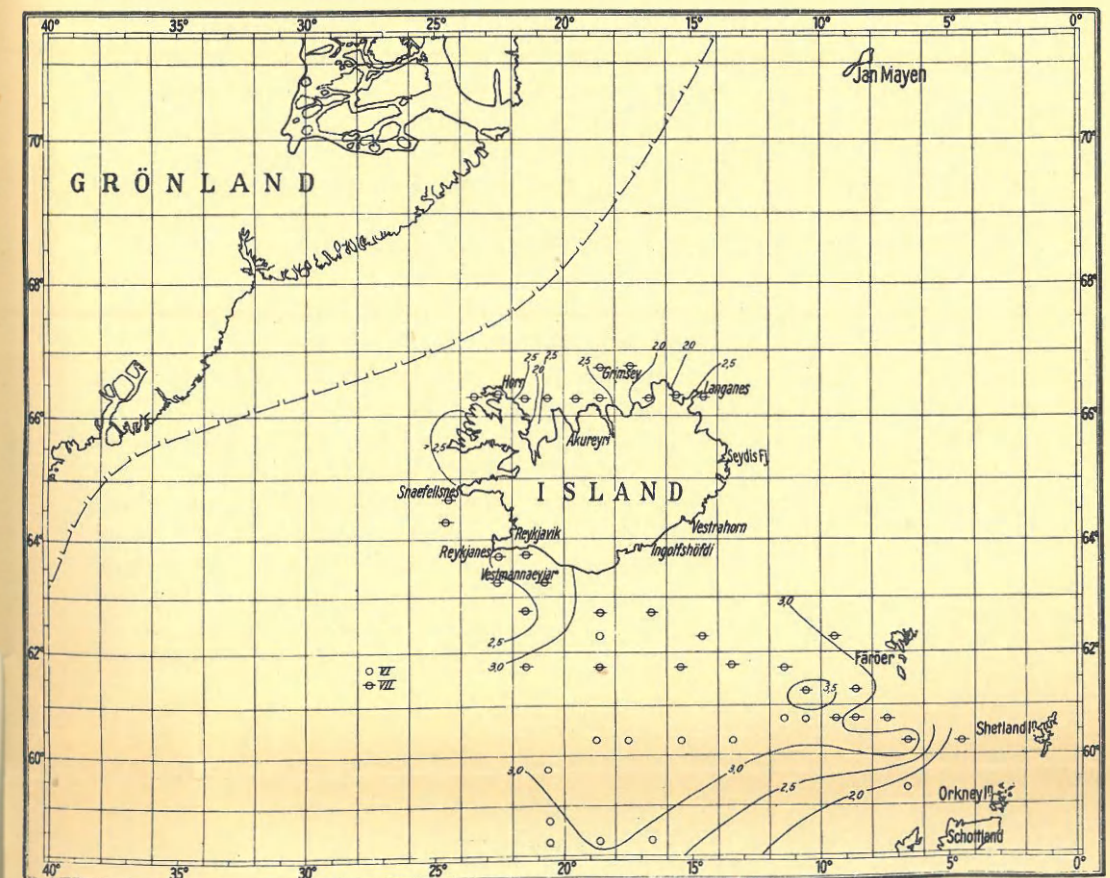


Abb. 55. Metazoen.



Vorherrschen der letzteren dar, so im Norden, auf jener einen Station vor der Selvogsbank und in der Gegend der Färöerbank. Im übrigen setzt sich im ganzen Südbereich die Herrschaft der Diatomeen auch auf dieser Karte in der Wiederkehr der Grundzüge ihrer Verteilung ziemlich deutlich durch. Einigermassen umgekehrt ist es längs der Nordküste, wo die kinetischen Organismen um diese Jahreszeit relativ stark entwickelt sind, die Diatomeen auffallend zurücktreten. Das erinnert an den August (Abb. 40).

Drei Teilkarten der kinetischen Organismen mögen schließlich noch zur weiteren Erläuterung der Verhältnisse dienen.

Die Gattung *Ceratium* (Abb. 54) zeigt ein hochwertiges Gebiet mit Werten über 4,0 in der Mitte des Südens und, vielleicht durch ein niedrigwertiges davon getrennt, ein kleineres zwischen den Färöer und den Hebriden, an das sich östlich nach ziemlich schnellem Abfall das wiederholt erwähnte Minimalgebiet anschließt. Auch das Minimalgebiet südlich der Selvogsbank kehrt wieder, doch ist diesmal von den beiden es bezeichnenden Werten der südöstliche der bei weitem niedrigere. In diesen 3 kleinen Gebieten und einem vierten, nämlich dem Maximalgebiet vor der Faxabucht, sind deutliche Beziehungen zur Karte der kinetischen Organismen vorhanden. Was die großen Züge der Karte betrifft, so scheint ein beträchtlicher Unterschied gegen jene in der Mitte der Karte zu bestehen. In der Tat liegt die Grenze des Gebietes mit Werten über 4 hier wesentlich weiter südlich als dort. Das wird aber sogleich verständlich, wenn man die beiden folgenden Karten betrachtet. Das Höchstgedeihen liegt für die Ceratien in wärmeren Gewässern als für die kinetischen Organismen insgesamt. Dem entspricht vielleicht auch ihr wesentlich spärlicheres Auftreten längs der Nordküste Islands. Sie haben dort einige Werte unter 1, und fast alle liegen unter 2, während bei den kinetischen Organismen fast alle Werte über 2 liegen: Der Unterschied zwischen den Breiten 66–67° und 60–61° erscheint (auch wenn man sich der Eigentümlichkeiten der logarithmischen Darstellungen bewußt bleibt) beträchtlicher als bei diesen.

Die Metazoen (Abb. 55) steigen nirgends zu Werten über 4,0, nur an einer Stelle zu einem Wert über 3,5 an. Südlich von Island wird der größte Teil der Kartenfläche von Werten zwischen 3,0 und 3,5 eingenommen. Die beiden Minimalgebiete südlich der Selvogsbank und westlich der Shetlandinseln sind wiederum vorhanden, stehen aber nicht so auffallend wie sonst mit ihrer Nachbarschaft im Gegensatz. Die Nordseite von Island ist auffallend reich besiedelt, fast alle Werte liegen über 2,0, keiner unter 1,5. In allen diesen Zügen zeigt sich ein Charakterzug der Metazoen, der auch schon anderweitig bei ihnen hervortrat: Sie reagieren auf die Verschiedenheiten der Lebensbedingungen mehr oder weniger ähnlich wie die übrigen kinetischen Organismen, besiedeln aber das Meer gleichmäßiger als alle übrigen Hauptgruppen. Ihre Wertschwankungen sind auffallend gering.

Die Tintinnen (Abb. 56) schließlich zeigen ebenfalls keine Werte über 4,0. Sie bilden einen sehr eigentümlichen zonalen hochwertigen Streifen zwischen 60° (oder 59,5°) und 62° NBr, dem sich nach Osten gegen die Shetlandinseln hin das bekannte Minimum, hier mit einem extrem niedrigen Wert — unter 0 — entgegensetzt. Überhaupt sind Werte unter Null besonders eigentümlich für die Karte. Außer an der genannten Stelle finden sie sich an einer Stelle in der Mitte des Südrandes der Karte, auf der Selvogsbank (3 Stellen) und an der östlichen Hälfte der Nordküste (3 Stellen). Ohne Zweifel müssen die Ursachen dieser Erscheinung an den drei letztgenannten Stellen ganz ver-



schieden sein. Was die Besiedlung der Nordküste betrifft, so ist weniger, wie sonst, ihr Verhältnis zu den Gewässern südlich von Island bezeichnend, als die Veränderung von Westen nach Osten, der Übergang von einem Werte über 3,0 bis zu den Werten unter 0,0. Das Verhältnis der Tintinnenkarte zu derjenigen der kinetischen Organismen ist auch hier wieder im ganzen weniger deutlich als das der beiden vorgenannten Gruppen. Augenscheinlich verschieben sie gemeinsam mit den Metazoen die Nordgrenze des südlichen Gedeihgebiets weiter nordwärts, als sie bei den Ceratien lag. Die Verhältnisse im Bereich der Selvogsbank scheinen einen ausgesprochenen Gegensatz zu den Ceratien, den Metazoen und den kinetischen Organismen insgesamt zu offenbaren. Dies besondere Verhalten der Tintinnen im Bereich der Selvogsbank kam schon bei der „Basis“-Darstellung als eine die ganze warme Jahreszeit beherrschende Erscheinung sehr auffallend zur Geltung (Abb. 9).

### c) Planktonverteilung im Monat Oktober

Das Material für die hier zu besprechenden Karten entstammt der „Meteor“-Fahrt im Herbst 1935. Es wurde von Dr. Meschkat gesammelt und z. T. auch bearbeitet (Meschkat, 1939), nämlich soweit es sich auf das Gebiet des Ostislandstroms bezieht. Die Erweiterung, welche hier stattfindet, ermöglicht eine etwas umfassendere Anschauung von den Verhältnissen. Außerdem sind die Gesichtspunkte der Betrachtung hier andere. Es sei deswegen ausdrücklich darauf hingewiesen, welche interessanten Zusammenhänge mit den hydrographischen Verhältnissen Meschkat durch die Untersuchung zahlreicher einzelner ausgewählter Arten ans Licht gestellt hat.

Ich beginne mit der Karte der Diatomeen insgesamt (Abb. 57). Sie hat einen sehr ausgeprägten Grundzug darin, daß ungefähr auf der Linie Jan Mayen—Färöer die Isoplankte für 3,0 verläuft und ein westliches Gebiet niedrigerer von einem östlichen höherer Werte scheidet. Das reichere Ostgebiet scheint zwei Kerne zu haben, getrennt durch eine Bucht, von denen der nördliche, bei 67–68° NBr, 3–5° WL gelegene, besonders gut entwickelt ist. Werte über 3,0 kommen außerdem noch an zwei Stellen im Nordwesten Islands sowie in zusammenhängender Reihe längs der Ost- und Südostküste vor. Zwischen dem ersten großen und diesem letzten Gebiet liegt der eigentliche Kern des Ostislandstroms. Wie sich die Dinge weiter südlich, zwischen Island und den Färöern, gestalten, läßt die Karte nicht deutlich erkennen. Die Verhältnisse an den Küsten von Island bieten außer dem Erwähnten nichts Bemerkenswertes. Insbesondere scheint auch das Gebiet der Selvogsbank nicht irgendwie ausgezeichnet.

Die Karte der kinetischen Organismen (Abb. 58) zeigt sehr große und einfache Verhältnisse, die insofern mit denen der Diatomeen übereinstimmen, als auch hier durch die 3,0-Isoplankte ein großes zusammenhängendes reiches Ostgebiet abgegrenzt wird. Die Grenzlinie gegen Island zieht mehr von den Shetlandinseln und Färöern nordwestwärts. Linien mit den Werten 2,5 und 2,0 scheinen ihr ungefähr parallel zu laufen. Die kinetischen Organismen haben den soeben erwähnten nördlichen Kern mit den Diatomeen gemeinsam. Auch die Abgrenzung gegen Norden in der Gegend der Insel Jan Mayen ist ähnlich. Nach Nordwesten dringen sie weiter vor, doch scheint dort auch ihr Gedeihgebiet eine Grenze zu finden. Ein höchst bemerkenswerter Unterschied besteht in bezug auf das Vorkommen hochwertiger Gebiete an den Küsten von Island. Hier zeigt nur die Selvogsbank zwei Werte über 3,0. Diese aber scheinen den Kern eines Gedeihgebietes darzustellen, das Werte über 2,5 längs der ganzen Südhälfte des

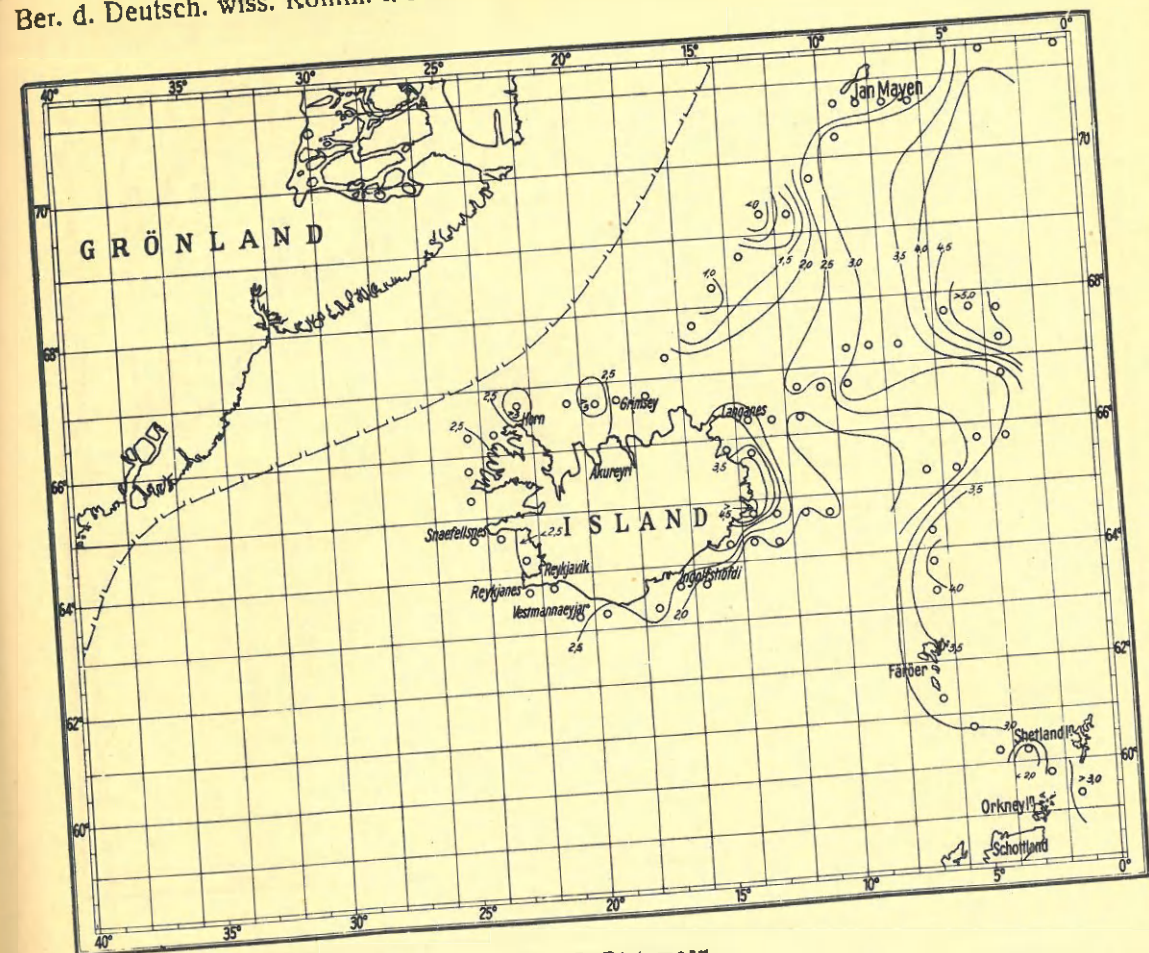
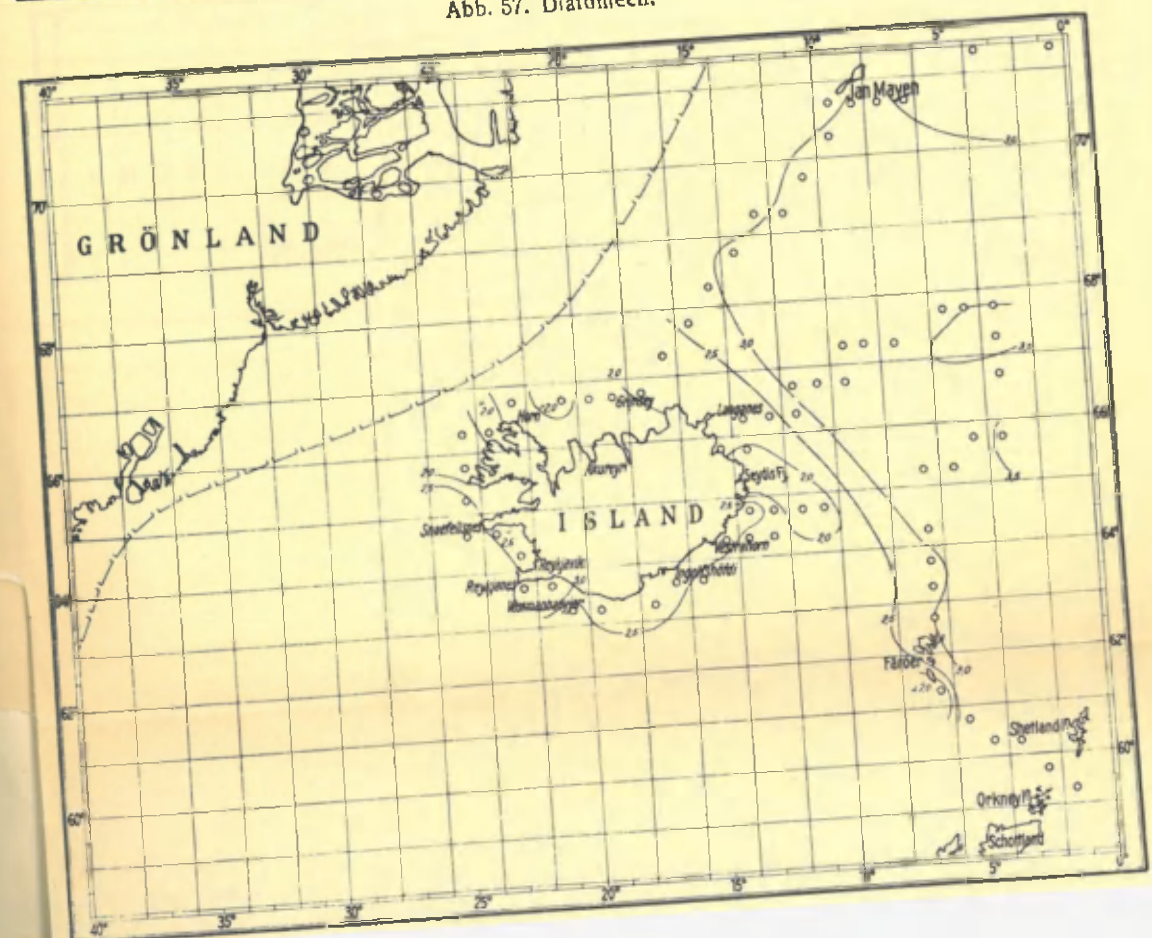


Abb. 57. Diatomeen.





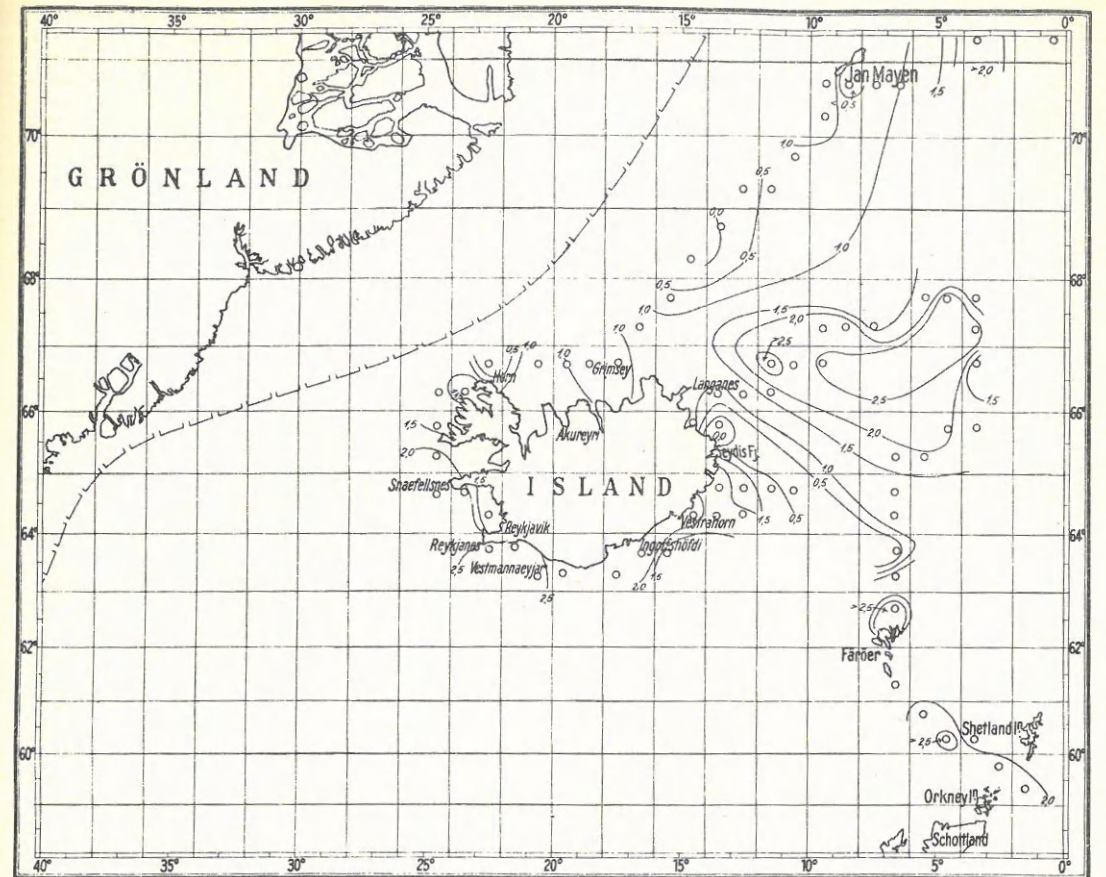


Abb. 59. Ceratium.

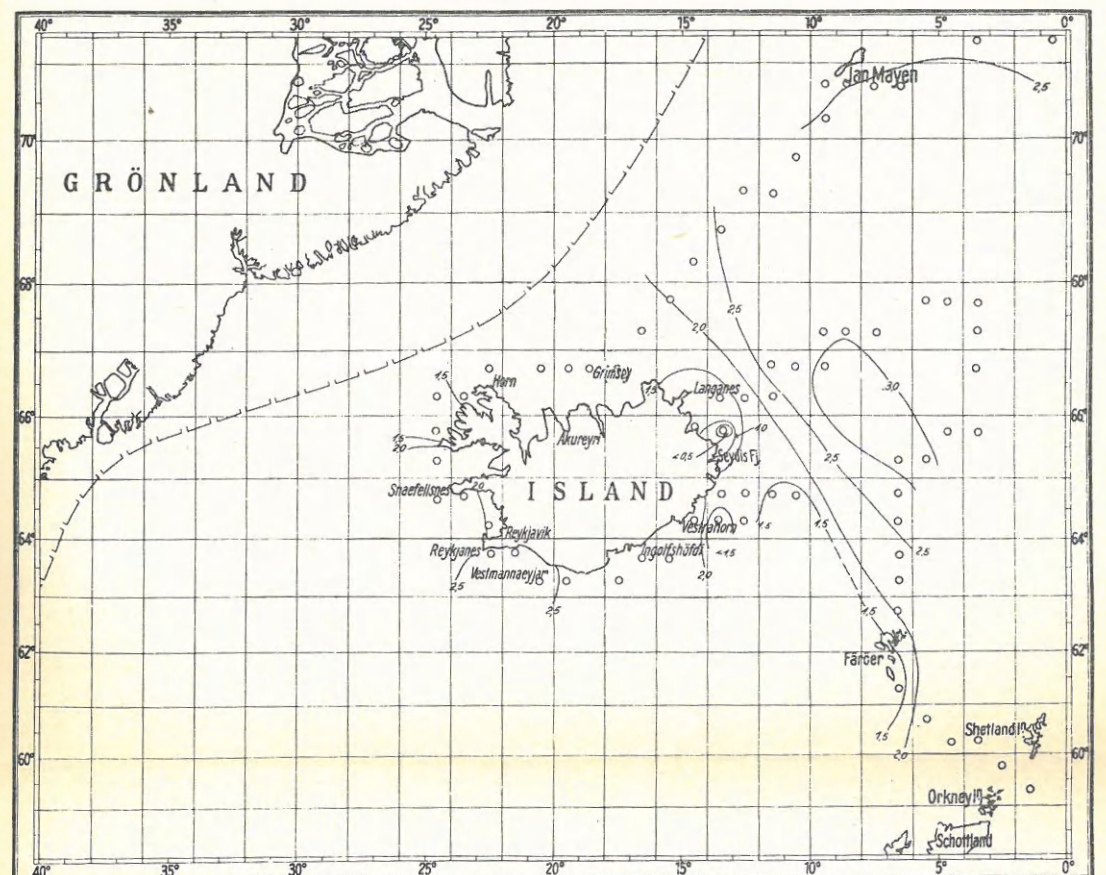


Abb. 60. Metazoen.



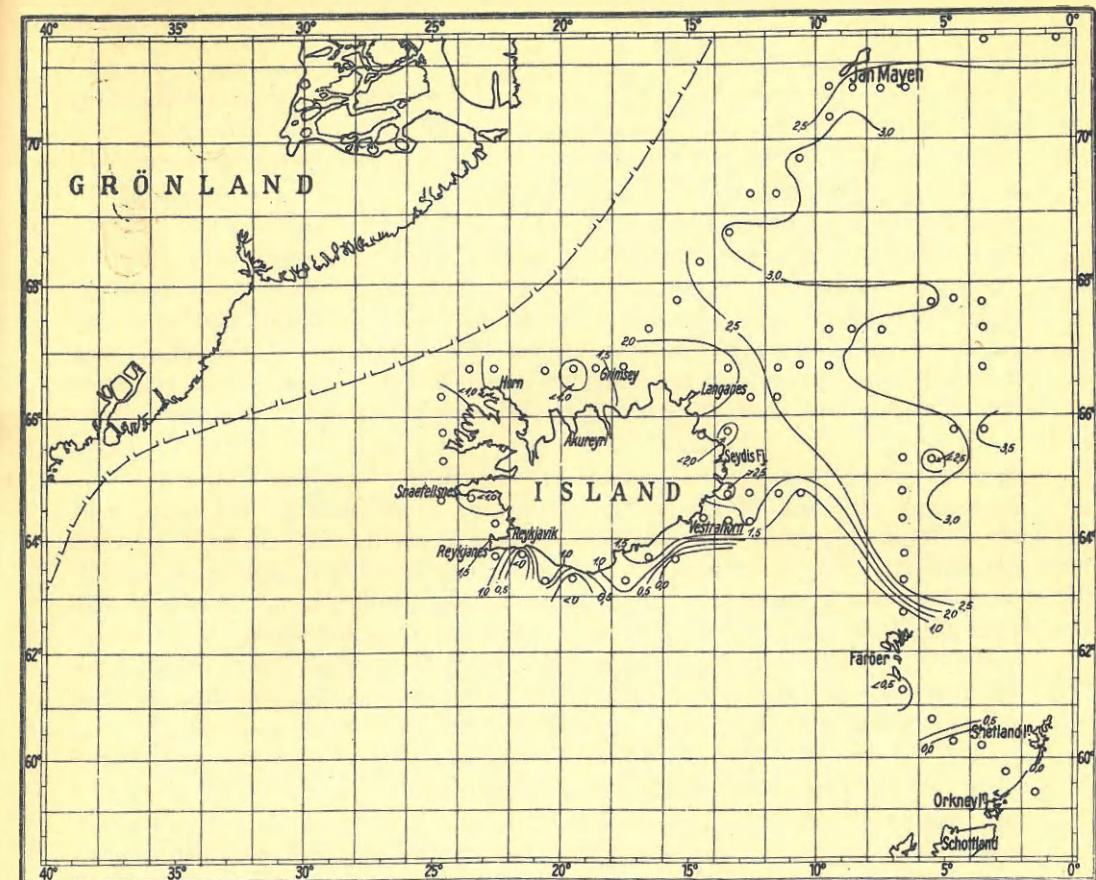
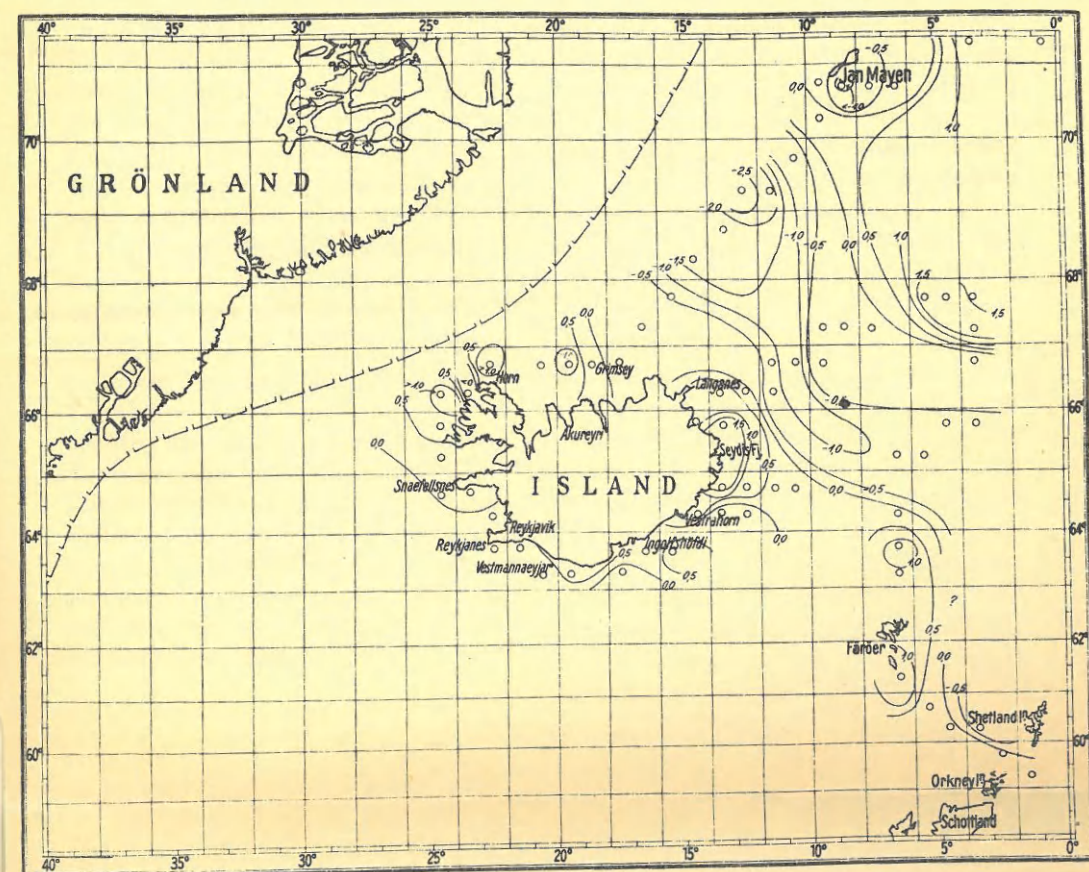


Abb. 61. Protozoen.





Umkreises von Island aufweist. Einer gewissen Übereinstimmung im Hochseeggebiet steht also ein entschiedener Unterschied längs den Küsten bei den akinetischen und kinetischen Organismen gegenüber. Die Beziehung auf den Ostislandstrom erscheint bei diesen weniger einleuchtend als bei jenen.

Betrachtet man die Untergruppen der kinetischen Organismen, so fällt es auf, daß die Gattung *Ceratium* (Abb. 59) weniger großzügige Verhältnisse der Verteilung zeigt. Ein reiches Ostgebiet ist allerdings wieder erkennbar, doch in fremdartiger Umgrenzung durch die Linie 1,5. Der oben erwähnte Nordkern ist wenigstens angedeutet. Auch hier schiebt sich ein Minimalstreifen zwischen dies Gedeihgebiet und die Insel Island ein. Deutlicher scheint die Beziehung zur kinetischen Karte an der Küste. Das Maximum der Selvogsbank nebst den anschließenden reicher besiedelten Küstengebieten ist auch hier deutlich ausgeprägt.

Wesentlich klarer ist die Karte der Metazoen (Abb. 60). Sie scheinen in der Tat von entscheidender Bedeutung für die der kinetischen Organismen zu sein. Insbesondere ist die Hauptgrenzlinie von den Orkneyinseln über die Färöer nach dem Nordosten von Island hier schon in größter Klarheit mit dem Werte 2,0 vorgezeichnet, und die Linie 2,5 entspricht der für 3,0 auf jener Karte. Diese letztere Übereinstimmung besteht auch in bezug auf die Nordgrenze des östlichen Gedeihgebiets. Innerhalb dieses ist jedoch der bekannte Nordkern nicht ausgebildet, dagegen ein anderes größeres Kerngebiet südwestlich davon ( $> 3,0$ ). Die Selvogsbank und ihre Umgebung lassen deutlich wieder die bekannten Verhältnisse und ihren Gegensatz zur Nordküste erkennen.

Auch die Protozoen (Abb. 61), in der Hauptsache natürlich durch die Tintinnen dargestellt, erinnern an die kinetischen Organismen insgesamt und an die Metazoen durch jene schlichte Südost-Nordwest-Linie, die nördlich der Färöer beginnend am nordöstlichen Island vorüberzieht. Sie hat den Wert 2,5, entspricht in ihrer Lage ungefähr der 2,5-Linie der Metazoen und liegt zwischen 2,5 und 3,0 bei den kinetischen Organismen. Zwischen dem Südosten Islands und dieser Linie dringt wieder die niedrigwertige, bei allen Formen nachweisbare Bucht ein. Einigermassen an die Diatomeen erinnert die ostwärts gerichtete Bucht zwischen  $65^\circ$  und  $66^\circ$  NBr. Die (etwas unklaren) Verhältnisse nördlich davon gegen Jan Mayen hin entsprechen wieder ganz den kinetischen Organismen und den Metazoen. Die Selvogsbank bleibt in ihrem Verhalten etwas unklar: neben einem ausgesprochen hohen Wert, dem höchsten zwischen Vestrahorn und Grimsey (über die Westküste) liegt ein zweiter unter Null.

Augenscheinlich bestimmen die beiden Hauptgruppen der Tiere hier gemeinsam das Kartenbild des kinetischen Planktons. Die Ceratien haben keinen entscheidenden Einfluß darauf, zumal da sie nirgends zu jenen beiden Gruppen in bezug auf ihre Dichteverteilung in Gegensatz treten.

Berechnet man nun das Verhältnis der akinetischen zu den kinetischen Organismen, so wird man auf ein Kartenbild (Abb. 62) hingeleitet, das zwar viele nichtssagende Kleinigkeiten, aber auch einige höchst bemerkenswerte große Züge aufweist. Was die Verhältnisse an den Küsten von Island betrifft, so ist die Vorherrschaft der Diatomeen an den oben erwähnten Stellen auch hier recht deutlich ausgeprägt, so im Nordwesten und im Osten, dagegen ist die bei den kinetischen Organismen so auffallende Besiedlung des Südostens hier nur ziemlich undeutlich hervorgehoben. Das Verhalten der beiden Hauptgruppen rund um die Insel herum ist augenscheinlich dadurch gekennzeichnet, daß die akinetischen Organismen überall hochwertig sind und



damit die immerhin bedeutenden Unterschiede der kinetischen Organismen in bezug auf Norden und Süden überdecken. Im offenen Meer des Ostens drängt sich von Nordwesten her eine starke Zunge mit negativen Werten vor, d. h. ein Herrschaftsgebiet des kinetischen Planktons. Hier werden die höchsten absoluten Werte überhaupt, nämlich solche über 2,0, erreicht, aber noch wichtiger ist, daß negative Werte in einem breiten Streifen quer durch das ganze Gebiet liegen, in dem also das kinetische Plankton ganz entschieden vorherrscht. Dieser Streifen entspricht durchaus jenem Kaltwassergebiet, das auf den Karten von Mesch und als eigentlicher Bereich des Ostislandstroms betrachtet werden darf. Nordöstlich davon liegt ein großes, wohl ausgeprägtes und gut umgrenztes Herrschaftsgebiet des akinetischen Planktons. Vielleicht darf unter Berücksichtigung auch der südlichen Teile die Karte als Ganzes so gedeutet werden, daß im allgemeinen auf ihr die Diatomeenbevölkerung vorherrscht oder zum wenigsten mit der kinetischen Bevölkerung einigermaßen im Gleichgewicht ist, während nur im Zusammenhang mit jenem Einbruch kalten Wassers die kinetischen Organismen zur Wucherung kommen, die da, wo dieser Einbruch am mächtigsten ist, außerordentliche Stärke erreicht. Dieser so auffallende Zug der Karte macht sie zu einer der wichtigsten für die gesamte Untersuchung.

Anhangsweise sei nach dieser Besprechung der Hauptgruppen noch die Aufmerksamkeit auf eine Karte gelenkt, die über die feinere Differenzierung des Planktons Auskunft gibt, nämlich die Karte der vorherrschenden Arten von *Ceratium* (Abb. 63). Hier zeigt sich eine Grenzlinie in südost-nordwestlicher Richtung von den Orkneyinseln über die Färöer und Langanes (die Nordostecke von Island) besonders bemerkenswert. Sie trennt ein großes Nordostgebiet ab, in dem fast durchweg *Ceratium fusus* vorherrscht. Nur ganz im Norden, südlich von Jan Mayen, ist ein neues Element in dies Gebiet eingesprengt: *Ceratium arcticum*. An den meisten Teilen der isländischen Küste herrscht *Cer. longipes* vor, die man auf der offenen See fast ganz vermißt. Schließlich scheinen auch noch drei seltenere Arten in durchaus eigentümlicher Weise verbreitet zu sein: *Cer. horridum* herrscht an der Südwestküste, *C. tripos* wohl auf der offenen See zwischen Island und den Färöern, *Cer. furca* zwischen den Orkney- und Shetlandinseln. Eine Beziehung dieses Kartenbildes auf die vorhergehenden, rein quantitativen Karten der Hauptgruppen kann wohl kaum befriedigend durchgeführt werden. Die Tatsache, daß auch hier ein einheitliches Nordostgebiet vorhanden ist, erinnert an die zuvor besprochenen Verhältnisse, aber die Grenze gegen Südwesten liegt doch wesentlich anders als dort. Eine Beziehung auf den Ostislandstrom ist kaum zu erweisen. Die Auszeichnung des Südwestens von Island durch *Cer. horridum* erinnert ein wenig an das besondere Verhalten der kinetischen Organismen an diesem Küstenstrich.

#### 4. Das Gesamtbild der Planktonverteilung und seine Deutung.

In den vorhergehenden Abschnitten ist im wesentlichen das erschöpft, was über die Grundzüge der Planktonverteilung in den isländischen Gewässern auf Grund unserer Untersuchungen mitgeteilt werden sollte. Daß noch wesentlich mehr darüber gesagt werden könnte, wird dem aufmerksamen Leser nicht zweifelhaft sein. Es bleibt nur noch ein Sondergegenstand zu besprechen, der sich

in den bisherigen Gedankenkreis nicht recht einfügen läßt, das Plankton der Buchten und Fjorde. Darüber soll in einem selbständigen, unten folgenden Abschnitt sozusagen anhangsweise gesprochen werden. Zuvor aber will ich noch den Versuch machen, ich möchte fast sagen: das Wagnis unternehmen, eine kurze Zusammenfassung des Wissens über die räumlich-zeitliche Planktonverteilung in den Meeren um Island zu geben, so wie sie sich nach den vorstehenden Untersuchungen darstellt. Wenn ich dabei auf die Arbeiten früherer Untersucher nicht eingehe, so geschieht es aus den schon oben (S. 119) angeführten Gründen, nicht etwa aus der Geringschätzung fremder Methoden und fremder Ergebnisse.

Ich werde mich bei dieser Zusammenfassung nicht scheuen, abzurunden, zu ergänzen, zu rekonstruieren. Denn es kommt mir im folgenden mehr darauf an, eine gewisse Vollständigkeit zu erzielen, als darauf, überall unbedingt festen Boden unter den Füßen zu haben. Rekonstruktionen können ja eines hypothetischen Beiwerks nicht entraten, wenn sie schon die Grenze einleuchtender Begründung nicht überschreiten dürfen.

Als Unterlagen für diesen Teil der Arbeit sollen außer den obigen eigenen Ergebnissen und gelegentlich früheren biologischen Veröffentlichungen allgemeine meeresbiologische Erfahrungen und nicht zum wenigsten das hydrographische Wissen über das Gebiet dienen. Als Ausgangspunkt hätten die Hauptkarten für den August benutzt werden können, bei denen ja oben schon einmal (S. 164) ein Ergänzungsversuch gemacht worden ist. Ich halte es jedoch für zweckmäßiger, wieder von dem Umkreis Islands auszugehen, weil in bezug auf diesen sowohl über alle in Frage kommenden Hauptgebiete der die Insel umgebenden Meere, wie auch über alle in Frage kommenden Jahreszeiten etwas ausgesagt werden kann, und weil alle Abschnitte der vorstehenden Untersuchungen mit dem Umkreis mehr oder weniger in Zusammenhang stehen. Dazu kommt noch, daß bei fischereibiologischen Fragestellungen der Umkreis Hauptgegenstand der Aufmerksamkeit sein wird.

Ich werde mich bei der Besprechung wieder der obigen Sektoreneinteilung (S. 133, Abb. 1) bedienen und sie gewissermaßen über das Gesamtgebiet ausgedehnt denken, jedoch in freier, den natürlichen Verhältnissen angepaßter Weise. Es sollen vier Hauptabschnitte des Umkreises, der Westen, der Norden, der Osten und der Süden mit einigen Unterteilen unterschieden werden, nämlich

1. Sektoren x—c, der Westen zwischen Reykjanes und (ungefähr) Horn. Hierzu gehört das Meer zwischen Island und Grönland, die Dänemarkstraße, auch der Ostgrönlandstrom.
2. Sektoren d—f, der westliche Norden bis einschließlich des Skagafjords.
3. Sektoren g—k, der östliche Norden bis etwa Langanes. Beide Nordabschnitte haben Beziehungen zum Eismeer. Zum letzteren gehört der im Oktober weit hinauf untersuchte Sektor i.
4. Sektoren l—n, der Osten bis etwa gegen Eystrahorn, also den Ostislandstrom einschließend, aber auch Teile des Nordmeers nach Osten gegen Norwegen zu umfassend.
5. Sektor o, der Übergang vom Osten zum Süden. In diesen Sektor fällt hydrographisch die Polarfront, morphologisch der Island-Färöer-Shetland-Rücken.
6. Sektoren p—t, der östliche Süden bis über Dyrhólaey (Portland) hinaus, in dem es sich hauptsächlich um die Besiedlung des „atlantischen“ Wassers handelt.



7. Sektoren u—w, der westliche Süden, die Selvogsbank und die vorgelagerten Meeresgebiete.

Über jeden dieser Abschnitte soll eine Zusammenfassung der Ergebnisse mit möglichst geringem Ballast von Einzelheiten gegeben werden. Man vergleiche dazu auch die zusammenfassende Karte (Abb. 64).

### A. Die Hauptgebiete.

#### a) Der Westen.

(Sektoren x—c.)

Das Meeresgebiet zwischen Island und Grönland stellt, wenn man die Betrachtung auf die Wasseroberfläche beschränkt, gewissermaßen eine abgeschlossene Bucht dar, da es nach Norden durch das Eis umgrenzt ist, welches bis dicht an die Nordwestecke von Island reicht. Auch hydrographisch kommt die Selbständigkeit zum Ausdruck, besonders auf Salzgehaltskarten, da eine Zunge salzreichen und warmen atlantischen Wassers ( $> 35\text{‰}$ ,  $> 10^{\circ}\text{C}$ ) von Südosten her in die Bucht eindringt (Abb. 2). Zwischen diesem Einbruch und der Küste von Grönland schiebt sich der schmale kalte, salzarme Ostgrönlandstrom südwärts. Die biologischen Verhältnisse entsprechen diesen Grundlagen durchaus. Jene Zunge atlantischen Wassers, eigentlich ein Mischwassergebiet mit Wirbelbildungen, erscheint als Kerngebiet einer außerordentlich reichen sommerlichen Planktonbevölkerung, die insbesondere bei den kinetischen Organismen (Abb. 38, auch 37, 39, 41—45, 46 u. a.) allgemein gut ausgeprägt ist. Im Gegensatz dazu ist das Plankton im Westen längs der Grönlandküste zum wenigsten im Spätsommer stark verarmt, deutlich den Unterschied des kalten Polarstromes zu dem warmen Mischwasser zum Ausdruck bringend. Nach Süden, zum offenen Ozean, geht die Abschwächung der Planktonbevölkerung verhältnismäßig langsam vorstatten, nach Norden ins Eis hinein dagegen augenscheinlich schnell. Die Verhältnisse im Osten, gegen Island zu, erscheinen etwas unregelmäßig. Ein reiches Sommerplankton in der Faxabucht (Abb. 37, 51, 52, 54) scheint mit jenem Kerngebiet der offenen See nur in losem Zusammenhang zu stehen (Abb. 37). Alle diese Angaben beziehen sich im wesentlichen auf den August, doch ist nach den hydrographischen Sachverhalten anzunehmen, daß sie auch für die übrigen Sommermonate mehr oder weniger gültig sind. Über den Frühling liegt leider kein Material vor (vgl. jedoch Braarud, 1935).

Während die offene See im Bereich der westlichen Sektoren eine ausgeprägte Besonderheit ihrer biologischen Verhältnisse aufweist, stellt das Plankton der Küstengewässer einen Übergang zwischen Süden und Norden dar. Auch dies entspricht den hydrographischen Verhältnissen. Der an der Westküste nordwärts ziehende Irmingerstrom trägt Wasser der Südküste unter allmählicher Abkühlung nach Norden. Auch das Plankton entspricht zunächst dem der südlichen Küstengewässer, verändert sich aber, wie verschiedene Abbildungen zeigen (z. B. Abb. 22, 51, 54, 59, 60), allmählich mehr und mehr. Die Vielgestaltigkeit der Westküste von Island hat allerdings auch einen wesentlichen Einfluß auf die Ausgestaltung des Küstenplanktons und erschwert sein Verständnis.

#### b) Der Norden.

(Sektoren d—f und g—k.)

Unsere Kenntnisse über das Plankton im Norden von Island gehen nicht weit über die Küstengewässer hinaus, nicht einmal bis an den Eisrand heran,

jedoch gestatten die Erfahrungen über diese in Verbindung mit dem hydrographischen Wissen Schlüsse über die Verhältnisse weiter im Norden zu ziehen. Es empfiehlt sich, die nördlichen Küstengewässer etwa durch den Meridian von  $19^{\circ}\text{WL}$  in zwei Hälften zu teilen. Ihr Unterschied liegt hydrographisch darin, daß sich auf der Westhälfte der Irmingerstrom noch maßgebend geltend macht, auf der Osthälfte er aber durch den Zustrom kalten Wassers von Norden beträchtlich eingeschränkt wird und allmählich verschwindet. Der Einfluß dieser Faktoren auf das Plankton ist sehr ausgeprägt. Westen und Osten der Nordküste sind wesentlich verschieden. Doch gibt es auch einheitliche Züge für den ganzen Norden in der Planktonbevölkerung. Ich erinnere nur an das so charakteristische Auftreten der *Calanus*-Schwärme im Sommer, auf denen der große Heringsfang beruht (Abb. 19).

Die Westhälfte der Nordküste ist teilweise durch starke Planktonanreicherungen ausgezeichnet, die sich um das Vorgebirge Horn herum und in den Eingang der Hunabucht lagern, sich aber auch bis etwa  $19^{\circ}\text{WL}$  ostwärts erstrecken können (Abb. 10, 12, 14, 15, 37—39, 41—45, 57). Der Osten ist im ganzen arm, jedoch im Frühling an Diatomeen reicher als der Westen (Abb. 9). Im Bereich des Sektors k, um Langanes herum, liegt oft wiederum eine Anreicherung, z. B. bei den Metazoen (Abb. 12, 41, 55). Die kinetischen Organismen erreichen hier im Spätsommer ihr stärkstes Übergewicht im gesamten Umkreis (Abb. 11). Von der Mitte der Nordküste an treten manche boreale Arten zugunsten arktischer zurück, wie sich z. B. an den Ceratien erweisen läßt (Abb. 7 und 16).

Allgemein wird man weiter nördlich arktische Planktonverhältnisse zu erwarten haben. Die Wucherungsgebiete im Westen der Nordküste scheinen nicht weit nach Norden hinaufzureichen (Abb. 42 u. a.). Bei der kleinen Klippe Kolbeinsey, etwa 60 Sm nördlich des Eyjafjords (Abb. 1), fand sich im August noch kein deutlich abweichendes Plankton. In der Richtung auf Jan Mayen kam aber im Oktober die Andersartigkeit des Planktons gegenüber dem der Küstengewässer bald unverkennbar zur Geltung (Abb. 57—63).

#### c) Der Osten.

(Sektoren l—n.)

Dies Gebiet, das man auch noch um einen halben Sektor weiter nach Norden und Süden ausdehnen könnte, zeigt höchst eigentümliche Verhältnisse, die in der Hauptsache durch den von Norden hereinbrechenden kalten Ostislandstrom bestimmt sind. Dieser macht sich das ganze Jahr hindurch schon unmittelbar an der Küste, besonders aber weiter draußen, deutlich geltend (Abb. 2). Eine genaue biologische Untersuchung über ihn liegt uns aus dem Oktober vor. Deren Ergebnisse dürften, nach den Küstenproben aus anderen Monaten und den hydrographischen Karten zu urteilen, auch für die übrigen Jahreszeiten mehr oder weniger Gültigkeit haben, wenn auch die Breite des Strombereiches von Monat zu Monat etwas wechseln mag. Qualitativ und quantitativ zeigt dies Gebiet am deutlichsten arktischen Einfluß im Plankton. Besonders merkwürdig ist sowohl hydrographisch wie biologisch die scharfe Abgrenzung der östlichen Gewässer im Südosten von Island, von der weiter unten gesondert die Rede sein soll (Sektor o).

Östlich des Ostislandstroms liegt ein planktisch völlig anderes Gebiet, das etwa durch eine Linie von Jan Mayen nach den Färöern abgegrenzt werden kann und wohl dem Wirbelbereich entspricht, der zwischen dem Ostislandstrom



und dem Hauptzug des Golfstroms im Nordmeer liegt. Die beiden Gebiete sind meist so unterschieden, daß der Ostislandstrom arm, das Gebiet im Osten davon reich an Plankton ist (Abb. 57, auch 61). Es gibt aber auch wichtige Planktongruppen, deren Abgrenzung nicht mit der des Stromes zusammenfällt, deren Verarmungsgebiet längs der Ostküste wesentlich schmaler ist als der Strömungsbereich (Abb. 58—60, auch 61). An Diatomeen ist dagegen in der Nähe der Küste im Frühling und Herbst das Kaltwassergebiet reich (Abb. 9, 21). Was jenes reichere Planktongebiet jenseits des Ostislandstromes betrifft, so könnte man der hydrographischen Verhältnisse wegen vielleicht annehmen, daß es ähnliche Entstehungsbedingungen habe wie jenes Wucherungsgebiet im Westen zwischen Island und Grönland (s. o. S. 159). Jedenfalls ist es nicht wahrscheinlich, daß die hier auftretende Planktonanreicherung sich bis nach Norwegen hinüber fortsetzt.

Auch im Bereich der östlichen Sektoren stehen also die Planktonverhältnisse wieder in engem Zusammenhange mit den hydrographischen Bedingungen.

#### d) Der Island-Färöer-Shetlandstreifen. (Sektor o.)

Aus drei Gründen verdient dieser schmale Streifen eine kurze besondere Besprechung. Erstens, weil er über dem bekannten Rücken gelegen ist, dessen Dasein sich in Wirbelbewegungen bis an die Oberfläche hinauf geltend macht. Zweitens weil in ihm Inselgruppen liegen, die das Plankton ihrer Umgebung beeinflussen. Drittens weil bei seinem Beginn an der Südostküste von Island die Grenze des arktischen und atlantischen Wassers hydrographisch und biologisch außerordentlich scharf ausgeprägt zu sein pflegt. Wir können auch biologisch hier von einer typischen Polarfront sprechen.

Einiges deutet darauf hin, daß jener unterseeische Rücken sich in der Tat in den Planktonkarten geltend macht. Insbesondere hebt sich manchmal mehr oder weniger deutlich ein planktonreicher Streifen längs dieser Linie hervor (Abb. 38, 41). So auffallend wie die hydrographische Grenzbildung in dieser Gegend ist das jedoch nach den bisherigen Kenntnissen nicht.

Dagegen ist die Abgrenzung nahe der Küste zwischen dem Ostislandstrom und dem atlantischen Wasser meist auch im Plankton außerordentlich scharf, oft schon bei wenigen Seemeilen Abstand unverkennbar, ja sprunghaft. Sie kommt bei unserer Darstellungsweise nicht sehr deutlich zur Geltung, weil die einzelnen ermittelten Werte in die Karten nicht an ihrem Orte, sondern im Mittelpunkt des betreffenden halben Eingradfeldes eingetragen sind. Sie läßt sich aber doch auf zahlreichen Abbildungen nachweisen (z. B. Abb. 5 A, B, 6 A, B, D, E, 7 A, B, 12, 16, 17, 22, 37, 39, 42, 57). Ihre gewöhnliche Lage ist etwa zwischen Eystrahorn und Vestrahorn. In allen Monaten vom Februar bis zum Oktober läßt sie sich dort erkennen, in den meisten Planktongruppen daran, daß ein reiches Südplankton durch ein armes Ostplankton abgelöst wird, doch in bezug auf manche Gruppen (z. B. Abb. 7 A) auch in umgekehrter Weise (vgl. auch Hentschel, 1936 b, Abb. 6 u. 8).

Die Inseleinflüsse, zumal die der Färöer mit ihrer freien Lage im offenen Ozean, sind oft sehr deutlich (Abb. 37, 39, 40, 42?, 43, 44—48, 50, 59). Am auffallendsten waren sie im Februar und März in bezug auf den Beginn der Frühlingswucherung des Planktons, für die offenbar die Inselgruppen Entwicklungskerne darstellen (Abb. 47 u. 50, deutlicher bei Hentschel, 1936 b, Abb. 13—15). Zusammenfassend läßt sich jedoch über die mannigfaltigen Erscheinungen, die hier in Frage kommen, kaum etwas sagen.

#### e) Der Süden.

(Sektoren p—t und u—w.)

Wie bei der Nordküste empfiehlt sich auch hier eine Aufteilung des Gebiets in einen östlichen und einen westlichen Abschnitt, deren Grenze jedoch nicht in der Mitte, sondern um einen Sektor westlicher auf 20° WL, nahe den Vestmannainseln, liegen soll. Hydrographisch ist der entscheidende Faktor in der Besiedelung der Südküste das Herandrängen des warmen atlantischen Wassers von Süden her, wie es etwa durch die Augustisotherme für 12° C in den Temperaturkarten deutlich veranschaulicht wird.

Dies warme Wasser ist im August im allgemeinen relativ planktonarm, wird aber im Westen, Osten und Norden von Gebieten besseren Gedeihens umlagert, von denen aus reichere Volksmassen mehr oder weniger in seinen Raum hineinzuwachsen scheinen. Von den Ursprungsgebieten dieses Hineinwachsenden dringt das westliche schon oben besprochene nur schwach dem einströmenden atlantischen Wasser entgegen (z. B. Abb. 37 ff.). Das östliche oder mehr süd-östliche greift von der Nordsee her bis etwa zu den Färöern und der Färöerbank, zuweilen auch weiter, in den Ozean hinaus (Abb. 24, 26—30, 32, 33, 38, 43, 51). Wahrscheinlich haben die Nordsee und die Inselgruppen an ihrem Rande, überhaupt der Schelf entscheidende Bedeutung bei der Entstehung dieses Gedeihgebiets in der Osthälfte des Südens, doch tritt bei manchen Planktongruppen am Rande der Nordsee im Bereich der Shetland- und Orkneyinseln wieder eine Verarmung ein (Abb. 37, 39, 51—56). Mancherlei Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Färöerbank ein wichtiges Produktionszentrum für diese Planktonwucherung ist (z. B. Abb. 37, 39, 44—46). Übrigens scheint auch die morphologische Mannigfaltigkeit des Gebiets allerlei Unregelmäßigkeiten in seine Planktonbesiedlung hineinzutragen.

Alle diese Angaben beziehen sich auf den Hochsommer, den August. In den Monaten Februar/März und einigermaßen auch noch im Juni/Juli ist eine zonale Anordnung der Isolinien im Süden von Island zu beobachten, in denen sich zum Teil eine wohl temperaturbedingte Planktonabnahme von Süden nach Norden ausdrückt (Abb. 47—49, 52, 56 u. a.).

Über das küstennahe Wasser ist in bezug auf den größeren Ostabschnitt zu sagen, daß es ein im allgemeinen recht produktives Gebiet ist, das sich mehr nach Osten, längs der Grenze des Ostislandstroms ausdehnt, als nach Süden (Abb. 37, 39, 41—43 u. a.). Der westliche Abschnitt (die Sektoren u—w) liegt auf der Selvogsbank zwischen den Vestmannainseln und Kap Reykjanes. Es ist ein Gebiet merkwürdiger Gegensätze, teilweise durch maximale, teilweise durch minimale Planktonerzeugung ausgezeichnet. Wir haben hier beispielsweise die stärksten Frühlingswucherungen der Diatomeen (Abb. 9, 24—28), dagegen in bezug auf die Tintinnen (Abb. 32) während des ganzen Sommers ausgesprochene Armut. Wie das bedingt ist, läßt sich schwer sagen. Leider kann ich auch nicht angeben, ob die Verhältnisse auf der Selvogsbank sich weiter südwärts auf den Ozean hinaus geltend machen. Es scheint manchmal, als sei dieser eigentümliche Lebensbereich an den Schelf gebunden und damit eng begrenzt.

Überblickt man das Südgebiet als Ganzes, so wird man auch hier zu der Erkenntnis kommen, daß die hydrographischen Verhältnisse im gewöhnlichen Sinne des Wortes die eigentliche Grundlage der Erscheinungen bilden, daß aber die Schelfbildungen in wesentlicher Weise mit wirksam in die Planktonentwicklung eingreifen.



## f) Zusammenfassende Planktonkarte.

In Abb. 64 ist der Versuch gemacht, in einem einzigen Kartenbilde die wichtigsten Erfahrungen über das Plankton der Meere um Island zusammenzufassen. Man wird die wesentlichsten Züge der Planktonverteilung in der warmen Jahreszeit hier wieder finden, die den Inhalt der vorstehenden kurzen regionalen Zusammenfassungen bildeten. Die Gesamtplanktonkarten für August und Oktober sowie diejenigen über das gegenseitige Verhältnis des akinetischen und kinetischen Planktons haben bei dem Entwurf hauptsächlich mitgewirkt. Eine im Text nicht erwähnte, weil der Darstellung sich schlecht einfügende Linie, die aber von großer Bedeutung zu sein scheint, ist die Grenzlinie zwischen dem nordwestlichen Herrschaftsgebiet des kinetischen und dem südöstlichen des akinetischen Planktons (für August). Sie ist früher (S. 156) bei der Untersuchung der Augustkarten genauer besprochen worden.

## B. Die Aufgabe und ihre Lösung.

Das ideale Ziel der vorliegenden Arbeit sollte eine Gesamtdarstellung und Erklärung der Planktonverteilung in dem Untersuchungsgebiet im Kreislauf des Jahres sein. Daß dies Ziel unerreichbar war, konnte von vornherein nicht bezweifelt werden, zumal wenn man der Beschreibung Kartendarstellungen für die verschiedenen Jahreszeiten als einzig befriedigende Unterlage zur Lösung der Aufgabe zugrunde legen wollte. Andererseits wird doch bei dem Leser, der den Inhalt des Vorstehenden in sich aufgenommen hat, eine Gesamtschauung entstanden sein, die, so lückenhaft und unsicher sie teilweise noch sein mag, doch eine wesentliche Annäherung an das erstrebte Ziel darstellt.

Diesem vorläufigen Endergebnisse mögen hier noch einige Bemerkungen über die Wege zum erstrebten Endziel angeschlossen sein. Denn es liegt ja in der Natur der Aufgabe, daß man sich ihrer Lösung nur stufenweise wird nähern können, daß man daher eine Fortsetzung der Arbeit wird wünschen müssen. Die Arbeit wird aber immer in der größten Gefahr stehen, sich in der Fülle des Materials zu verlieren und damit um einen wirklichen Erfolg zu kommen, sofern sie nicht wohlüberlegte Wege innehält. Die Untersuchung einer einzigen zweckmäßig gewählten Planktonprobe kann förderlicher sein als die von dreißig wahllos zusammengebrachten. Es wird daher von Nutzen sein, die Richtlinien kurz anzugeben, nach denen ich die Arbeit fortsetzen würde, wenn ich dazu Gelegenheit hätte.

Man wird zunächst zu erwägen haben, ob und wie eine einzige, das Wesentliche enthaltende Grundkarte der Planktonverteilung möglich ist. Soll eine solche Karte auf Isolinien gegründet sein, so würde man Jahresmittelwerte dafür nötig haben, und zwar viele, was praktisch kaum erreichbar ist. Aber auch wenn es erreichbar wäre, würde eine solche Karte wohl ziemlich unfruchtbar bleiben. Die außerordentlichen jahreszeitlichen Schwankungen der Planktonmenge in einem Gebiet wie dem unseren, dazu der Umstand, daß das Plankton qualitativ in den verschiedenen Jahreszeiten etwas sehr Verschiedenes ist, machen die Frage nach dem Mittelzustande eigentlich sinnlos. Man könnte eher daran denken, in weniger strenger Weise das Wesentliche über die bezeichnenden biologischen Erscheinungen aus den Ergebnissen der verschiedenen Jahreszeiten in einer Karte zusammenzutragen, wie das oben bereits versucht worden ist (Abb. 64). Es würde sich dann etwa darum handeln, einerseits eine

Unterscheidung größerer biologischer Regionen zu versuchen, andererseits charakteristische Einzelzüge der Planktonbevölkerung an ihren Orten einzutragen, gegebenenfalls auch die Grenzen einzelner Arten. Man würde so etwas Ähnliches erreichen können wie bei den gebräuchlichen Vegetationskarten des Festlandes.

Andererseits könnte man, wie oben (S. 164) der Versuch erörtert worden ist, eine Gesamtplanktonkarte für den August auf Grund von Isoplanken unter Zuhilfenahme theoretischer Ergänzungen herzustellen, Monatskarten auch für andere Jahreszeiten zu entwerfen suchen, am besten für Februar, Mai und November. Diese Monate werden neben dem August in der Ozeanographie bevorzugt und verdienen m. E. eine solche Bevorzugung auch in der Biologie. Vielleicht wird am besten die obige Isoplethendarstellung längs der „Basis“ für das Verhältnis der akinetischen zu den kinetischen Organismen (Abb. 13) davon überzeugen, daß die Darstellungen für Mai und August besonders wichtig sind. Dasselbe wird man auch für den Februar als den entschiedensten Wintermonat sagen können. Der November bildet dann die naturgemäße Ergänzung zum Jahreskreislauf. Was man auf solchen Karten am besten zur Darstellung bringt, darüber wird man kaum Regeln aufzustellen brauchen. Ich habe, wie man oben sieht, Karten für das Gesamtplankton, für die kinetischen und akinetischen Organismen sowie besonders für deren gegenseitiges Verhältnis zueinander, schließlich für die Metazoen (vgl. S. 160) als besonders wertvoll betrachtet.

Der Jahreszusammenhang wird in Isoplethendarstellungen längs bestimmter Linien am besten zur Geltung kommen. Diese Diagramme müssen im allgemeinen notwendig wesentlich reicher an Gegensätzen sein (zum wenigsten in unserem Untersuchungsgebiet), als Monatskarten. Das ist in der Natur der Planktonbevölkerung des Meeres, ist in jenen starken jahreszeitlichen Ausschlägen der Bevölkerungszahlen begründet, die uns veranlaßten, unsere Untersuchungen auf die mehr ausgleichenden Logarithmen zu gründen. Man wird durch eine Grundkarte wie unsere des August und einige sozusagen senkrecht darauf stehend zu denkende Isoplethendarstellungen zu einem recht anschaulichen Gesamtbilde der Planktonbevölkerung kommen können. Die Auswahl von für diesen Zweck besonders günstigen Linien wird keine Schwierigkeit haben, doch wird man allerdings wohl praktisch sich vorwiegend, wie es hier geschehen ist, an regelmäßig befahrene Wege über den Ozean halten müssen.

Eine letzte für die hier besprochenen Bestrebungen wichtige Frage ist noch die, wie es sich denn mit den Unterschieden verschiedener Jahre gegeneinander verhält. In unseren graphischen Darstellungen sind vielfach Ergebnisse aus ganz verschiedenen Jahren zusammengefaßt, ohne daß Schwierigkeiten entstanden wären. Andererseits habe ich gelegentlich (S. 157 f.) auf einen bedeutenden Unterschied der von mir gefundenen Verhältnisse gegen weit zurückliegende Beobachtungen Ostenfelds hinweisen müssen. Es scheint, daß das Jahrzehnt meiner Untersuchungen, 1929 bis 1938, auch hydrographisch ziemlich konstante Verhältnisse aufwies, übrigens aber einer verhältnismäßig warmen Periode angehörte (Goedekoe, 1939). Es darf also nicht überraschen, wenn spätere Untersuchungen doch noch wesentlich abweichende Erscheinungen aufdecken sollten. Überhaupt soll zum Schluß noch einmal daran erinnert werden, wie spärlich doch im Grunde in fast allen Teilen dieser Untersuchungen das Material war, wie „vorläufig“ daher noch alle erzielten Ergebnisse.



## 5. Das Plankton der Buchten und Fjorde.

Mit den letzt vorhergehenden Seiten ist im wesentlichen das zum Abschluß gebracht, was in dieser Arbeit an empirischen Ergebnissen und theoretischen Überlegungen dargeboten werden sollte. Das vorliegende Kapitel aber ist ein Nachtrag oder Anhang, der nicht gut wegbleiben kann, aber sich auch nicht gut in den Gedankengang des Vorhergehenden einfügen ließ. Er knüpft eigentlich wieder bei dem Kapitel an, mit dem die Betrachtungen begonnen haben, der Untersuchung des „Umkreises“ von Island. Die Bearbeitung des Umkreises diente zur Einführung und zum Übergang auf das Außenmeer. Hier soll noch einmal darauf zurückgekommen und auf das „Innenmeer“ eingegangen werden.

Man kann der offenen See gegenüber die Buchten und Fjorde (Abb. 4) als das Meer im Einschluß betrachten. Der Einschluß von Wassermassen zwischen das Land ist Träger von Störungskomplexen, welche das Plankton des Vormeeres umbilden. Eine Betrachtung der so in den Buchten und Fjorden stattfindenden Umwandlungen gehört zweifellos zu unserem Gegenstande, ganz abgesehen davon, daß die besondere Zugänglichkeit und die wirtschaftliche Bedeutung dieser Meeresteile ein besonderes Interesse an ihnen bedingen.

Andererseits wird die wissenschaftliche Bedeutung dieser Gegenstände vielleicht dadurch verringert, daß es seiner Natur nach leicht in eine Reihe von Einzelfällen zerfällt. Gudmundsson, der sich eingehend mit dem Gegenstand beschäftigt hat (1937), weist schon darauf hin, wie schwer es ist, Allgemeines über die Buchten und Fjorde auszusagen. Die Verhältnisse können außerordentlich verschieden sein, auch bei dicht benachbarten und morphologisch ähnlichen Fjorden. Daß der Einschluß gewisse Faktoren in sich begreift, die überall wiederkehren müssen und deswegen auch überall ähnliche Wirkungen ausüben müssen, liegt wohl auf der Hand. Aber sie können durch andere, örtlich bedingte Faktoren verdeckt werden. Auch zeitliche Unterschiede sind naturgemäß in den Fjorden ganz besonders auffallend. Es fehlt den Vorgängen der große Zug der offenen See.

Unter den Besonderheiten der eingeschlossenen Meeresteile dürfte an erster Stelle die Ruhe des Wassers maßgebende Bedeutung haben. Fjorde und Buchten sind mehr oder weniger seenartig und werden auch manche Lebenserscheinungen zeigen, die für Seen charakteristisch sind, wie Selbständigkeit, üppige örtliche Wucherungen, ausgeprägtere Schichtung. Ein Zweites ist das Fehlen des Ausgleiches, der im offenen Meere alle in der Entstehung begriffenen Unterschiede und Gegensätze mildert und verwischt. Temperaturunterschiede werden z. B. stärker als im offenen Meer zur Geltung kommen. Ein Drittes ist die Beeinflussung vom Lande aus, insbesondere durch Einstromung. In den Fjorden wird das Meerwasser eingeschlossen, gleichzeitig aber auch das Süßwasser zusammengeschlossen. Niederschläge, die auf einer ausgedehnten Landfläche niedergegangen sind, werden hier konzentriert zur Geltung kommen, während sie auf einer entsprechenden Meeresfläche spurlos verschwinden müssen. Auch die Zufuhr fremder gelöster und ungelöster Substanzen und der Verunreinigungen aus menschlichen Betrieben beruhen auf einer solchen Konzentration, teils der Menschen selbst, teils der Fischereiprodukte, und bewirken in ähnlicher Weise Störungen.

Es gibt also schon eine Reihe allgemeiner Eigenschaften der Buchten und Fjorde, die den Versuch berechtigt erscheinen lassen müssen, über die Einzel-

darstellung hinauszukommen. Ich habe auch hier versucht, zu diesen Allgemeinerscheinungen vorzudringen und sie sozusagen in einer Beschreibung „des Binnenmeeres“ unseres Untersuchungsgebiets zusammenzufassen. Insbesondere sollte versucht werden, einen idealen „Inkreis“ zu konstruieren und in bezug auf seine Planktonbevölkerung dem „Umkreis“ gegenüberzustellen. Sehr erfolgreich sind diese Bemühungen nicht gewesen. Immerhin soll nach der Besprechung der einzelnen Buchten und Fjorde eine kurze Gesamtbetrachtung stattfinden.

### A. Die einzelnen Buchten und Fjorde.

#### a) Südküste von Island.

Die Südküste entbehrt so gut wie ganz der Buchten und Fjorde. Die einzige kleine Bucht ist die von Heimaey (Vestmannainseln). Der nicht über 4 m, größtenteils nicht über 2 m tiefe, durch 2 Molen abgeschlossene Hafen ist durch Verunreinigungen von der Stadt und insbesondere von der Fischerei stark gestört. Der im Mittel weniger als 20 m tiefe, nach Osten weit offene Vorhafen, in dem die größeren Schiffe zu ankern pflegen, ist wiederholt untersucht worden (IV. 1938, VIII. 1932, IX. 1932 u. 1933, X. 1935), hat aber, wie zu erwarten, niemals wesentliche Unterschiede gegen das umgebende Meer gezeigt. Besonders auffallend sind im Monat April die Millionenwerte von *Chaetoceros*, *Thalassiosira* und *Asterionella*. Die Diatomeen insgesamt betragen fast 8 Millionen, während sie im September und Oktober (für August fehlen sie) unter 2000 bleiben.

#### b) Westküste von Island.

Von den beiden großen westlichen Buchten kann die südlichere, die Faxabucht, kaum als Bucht in unserem Sinne gelten. Sie ist dem offenen Meere breit geöffnet und verhältnismäßig tief. Mehrfach untersucht ist in ihrem Innern der Hafen und die Reede von Reykjavik, z. T. auch früher durch Zentrifugenproben, an denen Verunreinigungen von der Stadt aus feststellbar waren. Die Siebproben stammen leider alle aus dem Spätjahr (VIII. 1929 u. 1932, IX. 1933, X. 1935) und zeigen nichts sehr Auffallendes.

Leider fehlt noch Material von dem seiner Lage nach sehr beachtenswerten Hvalfjörd.

Der Breidifjörd hat wesentlich mehr als die Faxabucht eigentlichen Buchtcharakter. Er ist enger, tiefer eindringend, flacher, reicher an Riffen und Inseln sowie allseitig von kleinen Fjorden umgeben. Leider liegt nur wenig Material (3 Stationen aus dem September 1933) darüber vor. Gudmundsson (1937) stellt fest, daß das Plankton einer Station der freien Bucht sich wenig vom Außenplankton unterscheidet, 2 Hafenstationen aber durch wohl örtlich beschränkten Diatomeenreichtum und Peridineenarmut ausgezeichnet sind.

Von den typischen Fjorden des Nordwestens sind folgende untersucht:

Patreksfjörd. Gudmundsson fand im September bei dem Landungsplatz (Vatneyri) sehr starke Diatomeenwucherungen. Auch meine Proben vom April zeigen, daß von außen nach innen die Diatomeen bedeutend zunehmen, sowohl *Chaetoceros* und *Thalassiosira*, wie auch *Biddulphia aurita*. Im Juli sind die Diatomeen weniger reich. Die Metazoen sind dagegen in diesem Monat am reichsten. Das Innenende des Fjords ist nicht untersucht.

Der Arnarfjörd hatte nach Gudmundsson im September an seinem Hafenplatz (Bildudalur) sehr niedrige Diatomeenwerte. Der Punkt liegt wesent-



lich weiter ab vom offenen Meer als bei Patreks- und Önundarfjord und in einem selbständigen kleinen Hafenbecken, womit diese Armut zusammenhängen mag.

Önundarfjord. Gudmundsson hebt den außerordentlichen, für seine Rundfahrt einzigartigen Diatomeenwert des Fjordes hervor, den er wesentlich auf die Verunreinigung des Wassers durch eine Heringsölfabrik zurückführt.

Isafjord. Ich habe zweimal, im April und Juli, den Planktonzustand des „Pollens“ bei der Stadt Isafjord mit dem weiter draußen, jedoch noch innerhalb des großen Isafjords verglichen. Im April findet hier eine Zunahme der Diatomeen statt, die jedoch nicht wesentlich auf *Chaetoceros* und *Thalassiosira*, sondern auf *Melosira* und *Bidd. aurita* beruht. Diese beiden werden auch an der Nordküste sich als in den Fjorden wuchernde Formen erweisen. Auch die Metazoen zeigen im Pollen beträchtliche Zunahme, woran Polychaeten- und Cirripedenlarven sowie Rotatorien starken Anteil haben. Im Juli dagegen beträgt der Diatomeenwert des Pollens nur etwa 27% von dem der äußeren Station. Diese ist nicht nur an *Chaetoceros* und *Thalassiosira* beträchtlich reicher, sondern zeigt auch *Asterionella* und *Nitzschia seriata* sehr kräftig entwickelt. Im Gegensatz dazu ist für den Pollen eine gute Ausbildung von *Fragilaria* und *Leptocylindrus minimus* (?) hervorzuheben. Die Metazoen sind wiederum im Pollen angereichert, was auch hier z. T. auf Larven (besonders Muschellarven), z. T. auf Rotatorien beruht. — Gegenüber einer Außenstation der Frühlingszeit (1938 IV) sind die Diatomeen im Fjordinnern reicher.

#### c) Nordküste von Island.

Hunafloi. Diese große Bucht ist in vieler Beziehung dem Breidifjord ähnlich, öffnet sich aber nach dem Norden und steht damit unter ganz anderen Bedingungen als dieser. Es würde von großem Interesse sein, die beiden auf Grund eines ausgedehnten Materials in allen ihren Teilen und zu allen Jahreszeiten miteinander zu vergleichen. Für die Hunabucht liegt eine doppelte Untersuchung aus dem Juli (8 Proben 1936, Hentschel) und aus dem September (5 Proben 1933, Gudmundsson) vor, beide mit einer genügenden Zahl von Stationen, um kleine Planktonkärtchen (Abb. 65) für die Bucht zeichnen zu können. Was die Beziehung zum Vormeer betrifft, so findet Gudmundsson eine starke Verarmung. „Der ganze innere Teil der großen flachen Bucht ist eine wahre Planktonwüste.“ Diesem Ergebnis vom September entspricht das vom Juli nicht. Die Diatomeen sind zum Teil viel reicher als draußen, auch die Tintinnen teilweise sehr reich, während die Metazoen und (mit einer Ausnahme) die Peridineen keinen wesentlichen Unterschied erkennen lassen.

An der Planktonverteilung im Innern der Bucht sind schwer allgemeine Regeln erkennbar. Nicht selten scheinen Isolinien, welche mehr oder weniger senkrecht zur Hauptachse stehen, erforderlich zu werden. Einerseits grenzen sie ab und gliedern sie diese innersten Teile der Bucht, sowohl in ihrer östlichen wie ihrer westlichen Hälfte. Die auf dem Wege nach dem südlichsten Hafen Hvammstangi genommenen Proben kennzeichnen teils eine Zunahme (VII Metazoen, Tintinnen, IX Diatomeen), teils eine Abnahme (VII Diatomeen, Ceratien, IX kinetische Organismen, Tintinnen) des Planktons. Die südlichste Probe der Ostküste, bei Blönduos an der Mündung eines Gletscherflusses aus verfärbtem Wasser genommen, zeigt bei den verschiedenen Organismengruppen im Juli regelmäßig Abnahme, im September Zunahme. Andererseits scheinen diese Isolinien einen besonderen Gürtel des Gedeihens abzugrenzen, der ungefähr im

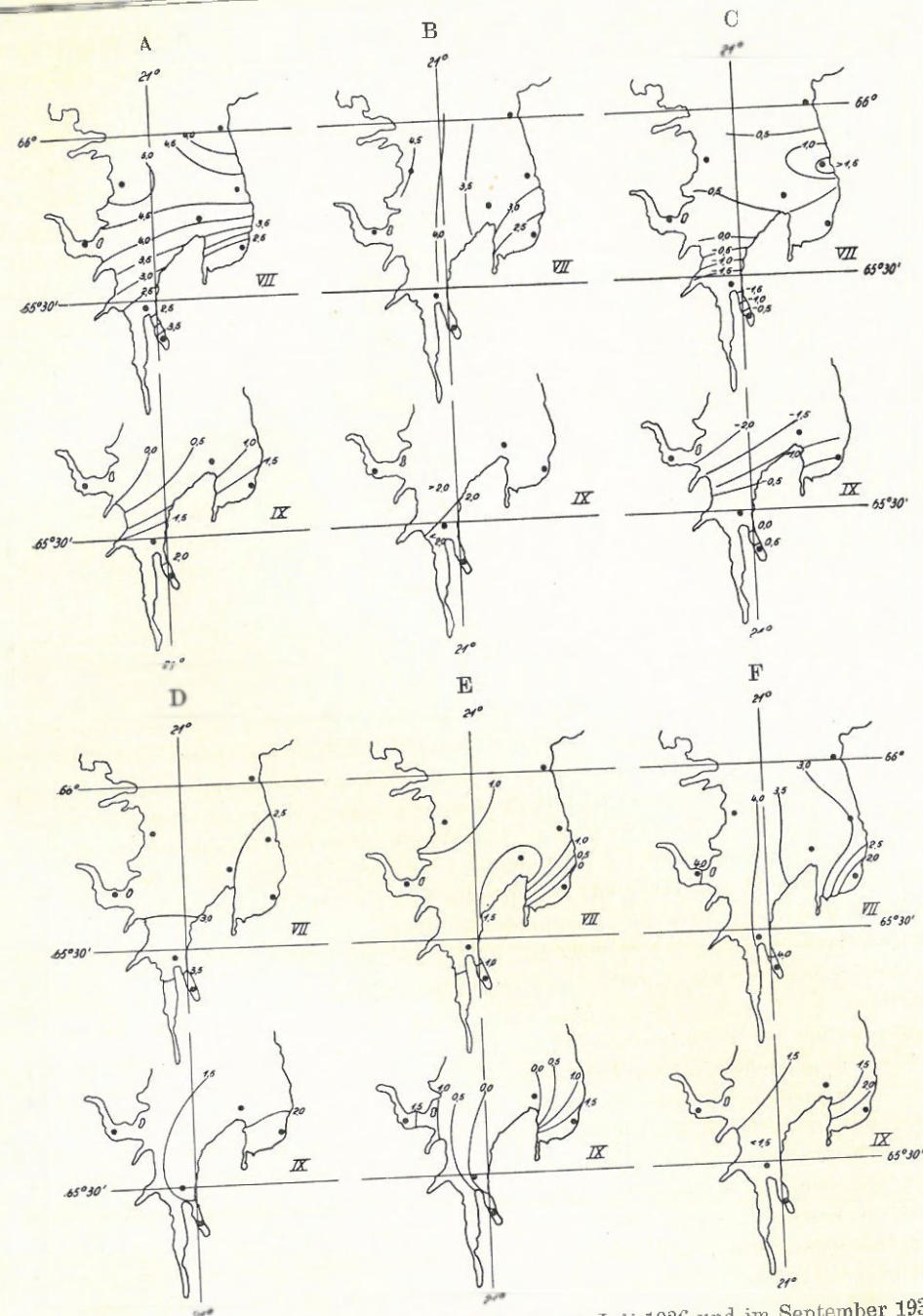


Abb. 65. Planktonverteilung in der Hunabucht im Juli 1936 und im September 1933.  
A Diatomeen, B kinetische Organismen, C Verhältnis der akinetischen zu den kinetischen Organismen, D Metazoen, E Ceratium, F Tintinnen.

breitesten Teil der Bucht liegt. Er tritt z. B. bei den Diatomeen im Juli deutlich hervor. Eine ganze Reihe Fjorderfahrten zeigen, daß oft in einem gewissen Abstände vom offenen Meere ein besonders gutes Gedeihen des Planktons, zumal der Diatomeen, stattfindet, das dann jedoch weiter einwärts wieder ver-



schwindet. Die Diatomeenanreicherung betrifft hier hauptsächlich die Gattung *Leptocylindrus*.

Im Gegensatz zu den besprochenen Isolinien stehen solche nordsüdlicher Richtung, die allerdings selten auftreten, aber doch bei den Tintinnen und kinetischen Organismen im Juli eine deutlich ausgeprägte Scheidung von Ost und West zum Ausdruck bringen.

Bemerkt sei noch, daß im Sommer die Hunabucht oft reich an *Calanus*-Plankton und infolgedessen an Heringsschwärmen ist.

Skagafjord. Im September 1933 und im August 1936 wurde je eine Station weiter außerhalb (in der Nähe von Drangey) und eine ganz im Innern (bei Saudarkrokur) untersucht. Die Diatomeenentwicklung war hier gegenüber dem offenen Meer im August viel reicher, im September viel ärmer. Die innerste Station zeigte in beiden Fällen milchig getrübbes Wasser, die Wirkung eines Gletscherflusses. Sie hatte im Juli gegenüber der äußeren Fjordstation bei den Diatomeen eine gewisse Zunahme zu verzeichnen, während die Metazoen abgenommen hatten, im September war es umgekehrt. Die Zunahme der Metazoen im September beruhte zu einem wesentlichen Teil auf Veligerlarven, jedoch auch auf Copepoden. Höchst charakteristisch war schließlich im August für Saudarkrokur massenhaftes Auftreten einer Schizophyce, *Anabaena*.

Siglufjord. Dieser kleine, nur etwa 3 Seemeilen lange Fjord wurde im April und August genauer untersucht. Im August ist sein Inneres durch den Heringsfangbetrieb völlig verschmutzt, so daß nur gelegentlich querab von dem an der Ostseite stehenden Leuchtturm ein paar Proben (2) entnommen werden konnten. Im April 1938 dagegen war es möglich, täglich bei Hoch- und Niedrigwasser von einer verhältnismäßig weit seewärts liegenden Landungsbrücke des eigentlichen Hafens Proben zu entnehmen, von denen etwa ein Dutzend untersucht wurden. In beiden Fällen war das Wasser des Fjords wesentlich reicher als draußen, insbesondere an Diatomeen. Und zwar spielten dabei wieder (vgl. oben Patreksfjord und Isafjord) die spezifischen Fjordformen *Biddulphia aurita*, *Melosira* und *Fragilaria* die entscheidende Rolle.

Ich habe mich im April 1938 bemüht, die Schwankungen im Zustande des Planktons genauer festzustellen und nach Möglichkeit zu erklären, ohne jedoch einen deutlichen Erfolg damit erzielt zu haben. Der jahreszeitliche Fortschritt, die Zunahme des Frühlingsgedeihens lag beim Beginn der Untersuchung am 3. April augenscheinlich schon abgeschlossen vor. Bis zum 12. April wurde keine entschiedene Steigerung mehr beobachtet. Eine Abhängigkeit von den Tiden ließ sich nicht nachweisen. Von einem offenbaren Einfluß waren die Winde. Nach einer Südwind-(Landwind-)periode brach plötzlich kalter Nordwind ein, der die Wassertemperatur von 2,4–2,6° auf 1,8–1,6° senkte. Das Plankton wurde gleichzeitig an Metazoen, *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Fragilaria*, Diatomeen überhaupt ziemlich reich. Im Gegensatz dazu herrschte später nach einer windstillen Pause längere Zeit Südwind mit Temperatursteigerung auf 3,3–3,6°. In dieser Zeit wurden *Chaetoceros* und *Thalassiosira* stark angereichert, während die drei Fjorddiatomeen im ganzen auffallend zurücktraten.

Der August zeigt gegen den April ein ganz verändertes Bild. *Chaetoceros* und *Thalassiosira* sind ungeheuer reich, um vieles reicher als im April, während die drei eben genannten Fjordformen ganz zurücktreten, *Biddulphia aurita* überhaupt fehlt. An Diatomeen und (abgesehen von Reykjavik) an Metazoen zeigt dieser Fjord im August bei weitem die höchsten Werte unter den 7 in diesem Monat untersuchten Fjorden. Die Diatomeen insgesamt erreichen, wäh-

rend das Vormeer recht arm ist, die ungeheuere Zahl von 11 Millionen. Es ist denkbar, daß die Verunreinigung des Fjordinnern weiter außen als Nährstoffquelle fördernd zur Geltung kommt (vgl. Öundarfjord).

Eyja fjord. Dieser tief ins Land einschneidende, etwa 34 Sm lange Fjord, an dessen Südende Akureyri liegt, ist zweimal auf Grund von Reihen von je 5 Proben untersucht worden, nämlich im August 1933 und im April 1938. Ferner liegen Einzelproben vom August 1932 und September 1933 vor.

Was den allgemeinen Zustand der Besiedlung betrifft, so hat Gudmundsson bei seiner Septemberprobe keine wesentlichen Unterschiede gegen das Vormeer feststellen können, obwohl höhere Werte im Fjord bei Diatomeen und Peridineen auftraten. Solche höheren Werte, z. T. viel höhere, kommen auch im April und August vor. Der allgemeine Charakter der Besiedlung ist im übrigen derart, daß im April nur die Diatomeen stark gedeihen, während alle anderen Gruppen dürrig sind, ja vielfach ganz ausfallen. Im August ist das Gedeihen viel gleichmäßiger. Metazoen, Protozoen, Peridineen kommen fast immer und reichlich vor, während die Diatomeenwerte, obgleich noch immer hoch, gegen den April z. T. gesunken sind. *Thalassiosira* fällt im August ganz aus.

Zahlentafel 7  
Eyja fjord

	Metazoen	Ceratium	Kinet. Org.	Chaetoceros	Thalassiosira	Diatomeen
	IV VIII IX	IV VIII IX	IV VIII IX	IV VIII IX	IV VIII IX	IV VIII IX
66° 10'	148	132	284	—	—	4
	8	—	14	166	1 938	3 388
66° 05'	384	252	656	—	—	1 880
	405	—	—	—	—	—
66° 00'	450 22	224 1,6	807 56	200 28	— —	6 120 276
	10	—	70	1 124	5 090	8 132
65° 55'	10 165	— 140	30 365	418 1 600	2 208 —	5 054 5 923
	—	—	—	—	—	—
65° 50'	20	2	32	66 400	9 360	11 356
	—	—	—	—	—	—
65° 45'	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
65° 40'	38 239	— 276	52 576	1 120 72	472 —	7 994 600
	—	—	—	—	—	—

In der beigelegten Übersicht (Zahlentafel 7) kommt die Veränderung vom einen zum anderen Ende des Fjordes nicht so einfach zum Ausdruck, wie man vielleicht erwarten möchte. Daß das Maximum der Diatomeen regelmäßig ungefähr in der Nähe der Mitte des Fjordes liegt und von dort die Werte nach dem einen



und andern Ende im allgemeinen abnehmen, entspricht den Erfahrungen an anderen Fjorden. *Fragilaria*, *Biddulphia aurita*, *Melosira* und auch *Skeletonema* spielen neben *Chaetoceros* und *Thalassiosira* dabei eine wichtige Rolle. Im Sommer, wo die kinetischen Organismen reichlicher vorhanden sind, liegt auch für sie die Maximalentwicklung ungefähr in der Mitte der Längserstreckung des Fjordes. — Besonderheiten am Innenende des Fjordes ließen sich nicht erkennen.

Die weiteren Buchten der Nordküste sind zu offen, als daß man zur Frage der Wirkungen des „Einschlusses“ von Meeresteilen Wesentliches an ihnen beobachten könnte.

#### d) Ostküste von Island.

Der Vopnafjord ist mehr eine breite, offene Bucht. Die Proben aus ihm, je eine von April 1938 und September 1933, sind der Lage entsprechend ziemlich arm, besonders arm an Diatomeen im Herbst, während sie im Frühling gut ge-  
eihen.

Auch der Borgarfjord ist wohl zu wenig vom offenen Meer abgeschnürt, um Wesentliches lehren zu können. Die beiden Proben aus April 1938 und August 1932 geben ein ganz ähnliches Bild wie beim Vopnafjord.

Der Seydisfjord aber ist eine durchaus typische Fjordbildung. Gudmundsson hatte für den September (1 Probe) zwei Grundmerkmale des Fjordes aufgestellt, wesentlich höhere Werte der Diatomeen und Tintinnen als im Vormeer und Zusammensetzung der Diatomeenflora aus typischen Fjordformen, wie *Melosira*, *Biddulphia aurita* u. a. Die Ergebnisse des April (2 Proben) stehen zu denen des September insofern im Gegensatz, als bei den Diatomeen und ihren beiden Hauptcharaktergattungen für das Außengebiet, *Chaetoceros* und *Thalassiosira*, die Werte im Fjord um vieles geringer sind. Auch nehmen diese beiden von den äußeren zu den inneren Teilen des Fjordes noch auf  $\frac{1}{10}$  bzw.  $\frac{1}{20}$  ab. Im Frühling wird auch der größte Teil der Diatomeenflora des Innenendes von den Vormeerformen gebildet. Alle anderen Bestandteile des Planktons treten ganz zurück. Zieht man noch die Augustprobe von 1932 zum Vergleich heran, so kann man einige Hauptcharakterzüge des Fjordes aus folgender Übersicht entnehmen:

	Met.	Tint.	Cer.	Chaet.	Thals.	Diat.
IV	14	21	10	2225	6530	9647
VIII	400	13 690	345	178 000	—	179 405
IX	80	136	—	—	—	992

Im Reidarfjord nebst dem seinem Innende sich anschließenden Eskifjord finden wir, wie nach seiner Gestalt und Lage zu erwarten, ganz ähnliche Verhältnisse wie im Seydisfjord. Es liegen hier je zwei Proben aus dem April und September, außerdem aber eine schöne Reihe von vier Proben aus dem Oktober vor. Als charakteristische Mittelwerte seien folgende angeführt:

	Met.	Tint.	Cer.	Chaet.	Thals.	Diat.
IV	6	4	1	2426	3704	16 825
IX	144	1672	613	—	—	1 102
X	38	200	22	1151	21	1 426

Die Werte des April und September entsprechen weitgehend denen des Seydisfjordes, doch treten hier Tintinnen und Peridineen kräftiger in die Erscheinung. Im September kamen übrigens auch viele abgestorbene Ceratien in

beiden Fjorden vor. Man sieht nun weiter, daß vom September zum Oktober bei den kinetischen Organismen, den Metazoen, Tintinnen und Ceratien, allgemein eine starke Abnahme stattgefunden hat, bei den Diatomeen aber ein Anstieg. Die Übersicht zeigt in bezug auf die drei Monate einen deutlichen Gegensatz zwischen den kinetischen und akinetischen Gruppen, nur dadurch gestört, daß bei *Thalassiosira* der Wiederanstieg im Oktober nur sehr schwach ist. Örtliche Unterschiede in der Längsrichtung des Fjordes treten in der viergliedrigen Oktoberreihe kaum hervor. Die obigen Gruppen zeigen folgende Wertschwankungen: Metazoen 22—61, Tintinnen 55—285, Ceratien 4—34, *Chaetoceros* 717—1842, *Thalassiosira* 17—24, Diatomeen 768—2513. Im April ist das Innenende bei den Diatomeen wesentlich ärmer als der äußere Teil und dieser wieder viel ärmer als das Vormeer, beides sehr gut mit dem Seydisfjord übereinstimmend. Im September, wo beide Fjorde (der Reydarfjord wenigstens im Mittel) viel reicher an Diatomeen als das Vormeer sind, ist der Bestand im Eskifjord verschwindend klein gegen den im Reydarfjordhafen.

Gudmundsson erklärt (1937, S. 254) die besonderen Verhältnisse in den langgestreckten Fjorden der Ostküste hauptsächlich auf Grund der Aussüßung des Wassers und die unvollkommene Mischung des Wassers durch die Gezeitenströme bei nur 1,5 m Springtidenhub.

Fáskrúðsfjord. Die beiden vorliegenden Proben aus dem April 1938 und September 1933 sind außerordentlich verschieden; die vom September ist wohl die ärmste von allen Fjordproben, die vom April dagegen sehr reich an Diatomeen. In der Tat ist sie fast 10mal so reich wie die der entsprechenden Außenstation des April und mehr als 10mal so reich wie die reichste Aprilprobe des Reydarfjordes, 20mal so reich wie die entsprechende des Seidisfjordes. Die außerordentliche Armut der Septemberprobe erklärt Gudmundsson aus der starken Aussüßung der isolierten Wassermassen und der gleichzeitigen Verschmutzung durch Detritus aus einem einmündenden Fluß. Hier wie in den vorhergehenden Fjorden wird das Süßwasser auch durch die hohen Temperaturen gekennzeichnet, welche es dem Fjordwasser mitteilt.

#### e) Außerisländische Buchten und Fjorde.

Die Bucht von Angmagalik an der Ostküste Grönlands zeigte im August 1929 im allgemeinen in den Hauptgruppen etwas höhere Werte als der unmittelbar vorbeiströmende Ostgrönlandstrom, zum Teil auch solche ungefähr gleicher Größe. Irgend etwas besonders Auffallendes ist nicht zu bemerken.

Auf den Färöern wurden folgende Buchten untersucht:

Vestmanna, August 1929. Die Diatomeen, hauptsächlich durch *Chaetoceros* vertreten, sind außerordentlich viel reicher als im umgebenden Meer (7stellige Zahlen), sonst sind die Unterschiede nicht auffallend.

Trangisvaag, Oktober 1935, zeigt denselben auffallenden Reichtum an Diatomeen, ebenfalls eine 7stellige Zahl, ebenfalls durch *Chaetoceros* bedingt.

Kalsöfjord, Oktober 1935. Dieser Kanal zwischen den Inseln ist ebenfalls reich an Diatomeen und mit vierstelligen Werten immerhin dem umgebenden Meer noch überlegen. Sonst zeigt er nichts Auffallendes.

Das Ergebnis über die Buchten der Färöer ist also ein recht einheitliches.

#### B. Das Plankton des isländischen „Inkreises“.

Eine der einfachsten und klarsten Fjordbildungen Islands ist der Eyjafjord, an dessen Innenende Akureyri liegt. Um eine typische Vorstellung eines isländischen Fjordes zu gewinnen, mag man mit diesem Beispiel den Patreksfjord,



den Isafjord, den Seydisfjord und den Reydarfjord verbinden. Denkt man sich nun die Insel rings herum von solchen typischen Fjorden in ungefähr gleichen Abständen voneinander eingeschnitten, ähnlich etwa, wie man auf Seekarten mit der 200-m-Linie an der Südost- und Ostküste die Tiefs zwischen den Flachs in den Schelf einschneiden sieht (Abb. 4), denkt man sich jeden dieser Normalfjorde von ungefähr gleichen Dimensionen und ungefähr gleicher Landwasserzufuhr ausgesetzt, so hat man „das Binnenmeer“ in idealer Form vor Augen. Man wird nicht zweifeln können, daß die Planktonbevölkerung der sämtlichen auf diese Weise vom Lande eingeschlossenen Meeresteile bestimmte übereinstimmende Züge aufweisen und sich insofern von dem Plankton des oben (S. 129 ff.) besprochenen „Umkreises“ unterscheiden würde. Auch wird man nicht zweifeln können, daß die idealen Fjorde sich an den verschiedenen Küsten Islands gemäß den verschiedenen Verhältnissen des Außenmeers und des Binnenlandes verschieden verhalten müßten, ähnlich wie das beim „Umkreis“ der Fall ist. Der „Inkreis“ würde also in bezug auf sein Plankton einerseits durch Eigenart im ganzen, andererseits durch eine charakteristische Folge von Unterschieden innerhalb seines Verlaufs gekennzeichnet sein.

Bei der Untersuchung der wirklichen Fjorde und Buchten mußte das Hauptaugenmerk darauf gerichtet sein, die in diesem Sinne typischen Erscheinungen von den zufälligen, sie mehr oder weniger verhüllenden zu unterscheiden. Daß das eine sehr schwierige Aufgabe ist, geht wohl zur Genüge aus den vorhergehenden Einzelbeschreibungen hervor. Es würde wesentlich leichter sein, wenn ein reiches, systematisch gesammeltes, über alle Jahreszeiten verteiltes Material vorläge. Was sich aus dem bisher Vorliegenden ableiten läßt, soll hier kurz zusammengefaßt werden.

Das Plankton der Fjorde und Buchten unterscheidet sich gewöhnlich qualitativ und quantitativ von dem des Vormeers. Die Unterschiede pflegen um so größer zu sein, je weiter man sich von der Mündung entfernt und je enger die Mündung ist, d. h. je mehr die Bucht Fjordcharakter annimmt. Die qualitative Besonderheit beruht, abgesehen von der Beimischung von Litoralf Formen, wie bestimmten Diatomeen, Harpacticiden, Larven von Bodentieren u. dgl., auf dem starken Hervortreten gewisser neritischen Formen (ist also nicht rein qualitativ), wie z. B. *Biddulphia aurita*, *Melosira*, *Fragilaria* im Frühling. Weiter ist eine größere Monotonie des Planktons als im Vormeer zu beobachten. Quantitativ zeigen die Buchten sowohl Anreicherung wie Verarmung gegenüber der offenen See, oft beides nebeneinander. Typisch scheint eine Anreicherung in einem gewissen Abstände von der Mündung des Fjordes zu sein, d. h. in einer Gegend, wo sich weder der ausgleichende und zerstreuende Einfluß des bewegten Meeres noch die hemmenden Einflüsse des Binnenlandes, wie Süßwasserzufuhr u. dgl., übermäßig geltend machen. Die schmalen innersten Enden der Fjorde zeigen immer Besonderheiten, in der Mehrzahl der Fälle wohl Hemmungen der normalen Planktonentwicklung, jedenfalls Einschränkungen der Mannigfaltigkeit, vor allem aber auch größte Verschiedenartigkeit der Planktonentwicklung von Fall zu Fall. Der Jahreskreislauf ist von dem des Umkreises sehr verschieden und oft wohl ausgeprägter als in diesem.

Die Unterschiede von Fall zu Fall, von Fjord zu Fjord sind so stark, daß sie derartige wiederkehrende Züge nur schwer und unsicher erkennen lassen. Sie verhüllen auch größtenteils die regionalen Unterschiede auf dem „Inkreis“. Die beifolgenden Zusammenstellungen über die Metazoen und die Diatomeen (S. 189) ergeben in dieser Beziehung so gut wie nichts. Vielleicht sind in den östlichsten

Zahlentafel 8  
Der „Inkreis“ Islands.  
Individuenzahlen für 10 Liter Wasser.

Sektor	Fjord	Metazoen				Diatomeen				Biddulphia aurita						
		IV	VII	VIII	IX	X	IV	VII	VIII	IX	X	IV	VII	VIII	IX	X
a	Breidifjord				432					46 536					2,7	
b	Patreksfjord	54	458		170		139 929	22 439		77 444		30 840	—		—	
b	Arnarfjord				27					500					—	
b	Öndarfjord				179					686 104					—	
c	Isafjord	82	235				31 240	152 205				8 185	2			
d	Hunabucht		1 400		60			31 371		61			—			
e	Skagafjord			168	477				43 073	32					1,1	
e	Siglufjord	27		773			17 310		11 025 133			6 725			—	
e	Eyafjord	17		299	22		27 626		2 905	276		394			—	
l	Vopnafjord	30			328		60 710			1,2		446			0,2	
m	Borgarfjord	8		160			362 000		1 230			32		5		
m	Seydisfjord	14		400	80		9 647		179 405	992		16		—	56	
m	Reydarfjord	6			144	38	16 825			1 102	1 426	131			0,1	1,5
n	Fáskrúðafjord	10			—		343 298			34		344			—	
n	Heimaey	268		535	262	240	7 933 210		105	783	371	—		—	(30)	—
x	Reykjavik			997	4 948	200			1 708	21 292	906			—	—	—



Fjorden, Reydarfjord und Fáskrúðsfjord, Andeutungen einer Verarmung zu beobachten. Durchaus bezeichnend ist jedoch das Verhalten von *Biddulphia aurita*, einer typischen Fjorddiatomee. Sie tritt im Frühling reichlich auf, während sie in den Monaten Juli bis Oktober fast ganz fehlt. Dasselbe wurde ja am Umkreis beobachtet (Abb. 23). Im April scheint sie rund um die Insel, soweit Fjorde vorhanden sind, gut entwickelt zu sein, jedoch mit bedeutenden regionalen Unterschieden. Die drei untersuchten Fjorde des Nordwestens (Patreksfjord, Isafjord und Siglufjord, zusammen 15 Proben) ergaben Werte über 5000, die 7 Fjorde des Nordostens und Ostens (Eyjafjord bis Fáskrúðsfjord, 12 Proben) Werte unter 500. Der Eyjafjord, aus dem 5 Proben vorliegen, hat darunter einen Wert, der etwas über 1000 liegt. Es ist merkwürdig, daß dicht neben dem so reichen Siglufjord die Werte so niedrig sind. Es handelt sich bei jenem um die elfmalige Untersuchung einer einzigen Stelle an einer der ersten von den zahlreichen Landungsbrücken, bei letzterem um 5 über die ganze Strecke des Fjords verteilten Punkten.

Ähnliche Ergebnisse wie bei dieser Art würden sich wohl auch bei *Melosira* erzielen lassen. Jedenfalls wird mit den hier dargebotenen Werten erwiesen, daß die „Inkreis“-Vorstellung einen wirklichen Sinn hat, der sich mit besseren Mitteln noch deutlicher würde herausarbeiten lassen.

## 6. Die fischereibiologische Ausnutzung der Ergebnisse über das Plankton.

Es wird von Bedeutung für die Bewertung der vorstehenden Untersuchungen sein, ob sie über ihren rein wissenschaftlichen Wert hinaus einer „Anwendung“ fähig sind. Man wolle jedoch diese Frage nicht gleichsetzen mit der nach einem „praktischen Ergebnis“. Wir befinden uns auf den ersten Sprossen der Leiter einer solchen Anwendung, nicht auf den letzten. Aber auch die ersten Sprossen dürften für das Hinaufsteigen von einiger Bedeutung sein. Wir werden uns begnügen müssen, zu fragen, ob und wie durch die Ergebnisse ein Fortschritt in der Richtung auf irgendwelche fischereibiologische Probleme erzielt wird oder erwartet werden kann.

Das Wasser mit allen seinen Eigenschaften, einschließlich seines Planktongehalts, bestimmt die Erscheinungsweise der Fische einerseits sozusagen schicksalhaft, insofern sie ihm passiv treibend ausgesetzt sind, andererseits im Sinne einer Bewertung, insofern sie sich aktiv wandernd dazu verhalten. Wenn Laichplätze oder Nährgebiete von den Fischen aufgesucht werden, so geschieht das etwa, weil dort eine bestimmte, für die Brut geeignete Temperatur, weil dort reiches Plankton als Nahrung vorhanden ist. Das betreffende Wasser hat für den Fisch einen höheren Wert als anderes, welches er dementsprechend meidet. Es unterliegt also einer Bewertung durch ihn. Wenn Eier oder Larven einer Art den Strömungen überlassen sind, so können sie dadurch in Gebiete verfrachtet werden, welche für ihre Entwicklung günstig oder ungünstig sind. Die Strömung wird ihnen zum Schicksal.

Erscheinungen der letzteren Art vermag die Planktonforschung unter Umständen durch ihre Leitformenmethode aufzuheilen. Sie erkennt, ob in einem Mischgebiet gewisse Plankter, die in einer bestimmten Wassersorte beheimatet sind, auftauchen oder nicht, und schließt daraus auf eine stärkere oder schwächere Einwirkung von jener Wassersorte auf das Mischgebiet, die dann

auch die Fischbrut einbezogen haben kann und u. U. ihre Verteilung verständlich macht. Die vorstehenden Darlegungen über das isländische Plankton bieten nur Weniges, was nach dem Leitformenprinzip verwendbar wäre. Es ist im wesentlichen nach einem andern Grundsatz gearbeitet worden, den man jenem als das Bevölkerungsprinzip entgegenstellen kann.

Wenn man die Bevölkerung als Ganzes und ihre Differenzierung untersucht, so tut man mit biologischen Mitteln etwas Ähnliches wie der Hydrograph mit physikalisch-chemischen. Man kennzeichnet die Wasserbeschaffenheit von Ort zu Ort, unterscheidet Wassersorten verschiedener Beschaffenheit, legt ihre Beziehungen zueinander fest. Die etwaige Verwertung derartiger Ergebnisse für fischereibiologische Probleme wird also mehr oder weniger eine ähnliche sein wie die der hydrographischen. Sie wird sich aber auch davon unterscheiden.

Zunächst hat die Erfahrung gezeigt, daß die Abgrenzung von Wassergebieten mit biologischen Mitteln oft anders liegt als die mit hydrographischen Mitteln. Die Anschauung, als sei allgemein eine Wassersorte etwas Gegebenes, das sich nun sowohl hydrographisch wie biologisch müsse durch gleiche Grenzen umschreiben lassen, trifft zweifellos nicht das Richtige. In vielen Fällen liegen die biologischen Grenzen anders als die hydrographischen, wodurch zum Ausdruck kommt, daß zwei „hydrographische Wasserkörper“, die sich in bezug auf Salzgehalt und Temperatur unterscheiden, nicht identisch zu sein brauchen mit zwei in der Hauptsache die gleichen Gebiete erfüllenden „biologischen Wasserkörpern“, die sich etwa durch Vorherrschaft des kinetischen oder skinetischen Planktons kennzeichnen lassen. Oft erscheint z. B. der biologische Merkmalsbereich einer zungenartig vorgeschobenen Wassersorte ausgedehnter als der hydrographische.

Ferner aber ist die Beziehung der Fische zum Plankton naturgemäß wesentlich anderer Art als die zu den hydrographischen Eigenschaften des Wassers. Das dürfte insbesondere wegen der fundamentalen Bedeutung des Planktons für die Ernährung der Fische der Fall sein; aber es ist wohl anzunehmen, daß außerdem die „Orientierung am Plankton“ bei den Fischen beträchtlich weiter geht, als wir bis jetzt erkennen, und neben der Orientierung an der Temperatur von wesentlicher Bedeutung ist. Die Planktonbevölkerung stellt ja an jedem Orte ein wichtiges Stück der Umgebung dar, durch die das Leben der Fische dort bestimmt wird, und es ist nicht wohl anzunehmen, daß die Fische nicht instande sein sollten, eingehende Wahrnehmungen über diese Seite ihrer Umgebung zu machen.

Die Ausnutzung von Feststellungen über die Planktonbevölkerung zur Gewinnung von Einsichten in das Leben der Fische kann auf Grund dieser Beziehungen grundsätzlich wohl in zweierlei Weise geschehen, einerseits im Sinne einer Deutung, andererseits im Sinne einer Vorhersage. Die letztere von diesen beiden Aufgaben wird allerdings heute nur als ein Wunschziel betrachtet werden können, das auf weite Sicht hin als unerreichbar gelten muß. Immerhin mag darauf aufmerksam gemacht sein, daß eine solche Ausnutzung nicht undenkbar ist. Die Vorhersage spielt ja in der Fischereibiologie eine wesentliche Rolle auf Grund der Kenntnis, die von der Bedeutung der einzelnen Jahrgänge einer Fischart gewonnen werden kann. Die Mächtigkeit der Jahrgänge wird aber wesentlich von ihrer Jugendentwicklung und damit auch von ihrer Ernährung aus dem Plankton abhängen. Würde man über die Beziehung zwischen Fischbrut und Plankton eingehend Bescheid wissen, so würde man wohl auch darin Gründe für das Gedeihen oder Nichtgedeihen eines Jahrgangs erkennen, würde



also möglicherweise auch aus der Planktonbevölkerung des Jahres Schlüsse über die voraussichtliche Entwicklung der Fischbrut ziehen können. Um ein bestimmtes Beispiel zu nennen: eine regelmäßige quantitative Untersuchung des Planktons in der Faxabucht neben gleichzeitiger Bestimmung der dortigen Jungfischbestände könnte wohl in dieser Richtung nutzbar werden. Immerhin — der Weg dahin ist weit.

Deutungen der fischereibiologischen Ergebnisse aus denen der Erforschung der Planktonbevölkerung möchten eher erreichbar sein. Ein Vergleich der Darstellungen über die Verteilung der Fische und der Fischerei in unserem Untersuchungsgebiet, wie sie von Schmidt, Saemundsson, Tåning u. a. gegeben worden sind, mit meinen Darstellungen über die Planktonverteilung führt immerhin zu einigen erwähnenswerten Gesichtspunkten.

1. Die fischereibiologischen Verteilungsbilder werden weitgehend aus den hydrographischen und morphologischen Verhältnissen des Gebiets verständlich. Zu diesen stimmen auch die Planktonergebnisse durchaus und somit auch diese wieder zu den fischereibiologischen. Die Grundfaktoren sind dabei offenbar in Wassertemperatur und Strömungen, in Meerestiefe und Küstennähe gegeben. Diese Naturverhältnisse in den isländischen Gewässern prägen sich ebensowohl in der Planktonbevölkerung wie in der Fischbevölkerung aus, doch besteht nach unseren heutigen Kenntnissen bei solcher gemeinsamen Bedingtheit durch die anorganischen Faktoren keine unmittelbare Beziehung zwischen diesen beiden. Eine Ausnahme bilden vielleicht die Beziehungen zwischen den *Calanus*-Schwärmen des Nordens und den Heringen.

2. Gewisse beschränkte Sondergebiete, die hydrographisch nicht sehr auffallend hervorgehoben sind, werden gleichzeitig durch eine sehr starke Plankton- und eine sehr starke Fischbevölkerung gekennzeichnet. So z. B. die Selvogsbank und die Färöerbank. Aber allerdings ist im Fall der Selvogsbank ein Zusammenhang nicht erkennbar. Die Massenansammlungen der Kabeljau liegen vor der großen Wucherungsperiode der Diatomeen schon im März. Es müssen also doch wohl wieder Erscheinungen verschiedener Art sein, die unabhängig voneinander auf dem gleichen Bedingungskomplex beruhen, vielleicht sogar auf mehr oder weniger verschiedenen, nur an die gleiche Örtlichkeit gebundenen.

3. Es gibt einige auffallende Wucherungen des Planktons, von denen nicht bekannt ist, daß irgendwelche Erscheinungen im Leben der Fische damit in Beziehung gesetzt werden könnten. So z. B. die große Wucherung (im August) zwischen Island und Grönland und diejenige östlich der Linie Jan Mayen—Färöer (im Oktober). Es wäre immerhin denkbar, daß die Fischwanderungen irgendwelche Beziehungen auf sie hätten, oder daß ein Teil der pelagischen Fischbrut auf sie angewiesen ist.

4. Wenn man die Karten der Planktonbevölkerung mehr ganz im großen betrachtet und sie mit solchen des „Ichthyoplanktons“ vergleicht, wie sie Joh. Schmidt (1909) und Tåning (1936) gegeben haben, so wird man finden, daß auch da im allgemeinen die großen hydrographischen Verhältnisse zunächst maßgebend sind. Doch erinnert auch manches mehr an die Planktonverteilung als an die von Temperatur, Salzgehalt und Strömungen. So z. B. die weite Lücke, welche zwischen Island und den Färöern immer wieder aufzutreten pflegt (vgl. „Basis“-Felder 11—15 od. 17, Abb. 24 ff.), wie überhaupt das Verhalten zu Schelf und Hochsee bei der Fischbrutbevölkerung einerseits, der Planktonbevölkerung andererseits. Möglich, daß dabei Ernährungsbeziehun-

gen mitwirken. Im ganzen ist jedoch das Material über die Verbreitung der Fischbrut im offenen Ozean sowie auch das über ihre Ernährung noch zu spärlich für derartige Vergleiche.

Gewiß sind diese Ergebnisse, wenn man sie überhaupt so nennen will, recht dürftig. Es bleibt aber unbestreitbar, daß Fischbrut und planktonfressende Fische von der Mikroplanktonproduktion abhängig sein müssen, da sie die Vorbedingung ihrer Ernährung ist. Selbst also wenn man gar keinen Wert auf diese wenigen Beziehungen legen will, welche ich angeführt habe, wird man doch nicht bezweifeln können, daß solche Beziehungen bestehen.

### Schriftenverzeichnis.

- Böhnecke, G., 1936: Atlas zu: Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. D. Atlant. Exp. Meteor. Bd. V. Atlas.
- Hentschel, E., und Wattenberg, H., 1930: Über die hydrographischen, chemischen und biologischen Verhältnisse an der Meeresoberfläche zwischen Island und Grönland. — Ann. Hydrographie, 58. Jahrg. (1930).
- Braarud, T., 1935: The „Øst“-Expedition to the Denmark Strait 1929, II The Phytoplankton and its Conditions of Growth. — Hvalradets Skrifter Nr. 10. Oslo.
- Defant, A., Böhnecke G., und Wattenberg, H., 1936: Die Ozeanographischen Arbeiten des Vermessungsschiffs „Meteor“ in der Dänemarkstraße und Irmingersee (1929—1935), I. Teil. — Veröffentl. Inst. f. Meereskunde Berlin (N.F.) A. Heft 32.
- Goedecke, E., 1939: Die „säkulare“ Erwärmung des isländischen Küstenwassers. — Ann. Hydrographie, 67. Jahrg. (1939).
- Gudmundsson, Finnur, 1937: Das Oberflächennetzplankton der isländischen Küstengewässer nach den Ergebnissen einer Rundfahrt. — Ber. D. Wiss. Komm. f. Meeresforschung (N.F.). Bd. 8.
- Hensen, V., 1911: Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner. — Ergebn. Planktonexped. Bd. 5. o.
- Hentschel, E., 1925: Planktonergebnisse von zwei Überseereisen. — Intern. Revue Hydrobiol. Bd. 13.
- 1932: Die biologischen Methoden und das biologische Beobachtungsmaterial der „Meteor“-Expedition. — Wiss. Ergebn. D. Atlant. Exped. „Meteor“. Bd. 10.
- 1933: Untersuchungen über das Kleinplankton an den Küsten von Island. — Ber. D. Wiss. Komm. f. Meeresforsch. (N.F.). Bd. 6.
- 1934: Bericht über die Arbeiten der Hydrobiologischen Abteilung des Zoologischen Staatsinstituts in Hamburg. — Ber. D. Wiss. Komm. f. Meeresforsch. (N.F.). Bd. 7.
- 1936a: Allgemeine Biologie des Südatlantischen Ozeans. — Wiss. Ergebn. D. Atlant. Exped. „Meteor“. Bd. 11.
- 1936b: Über das Winterplankton im Süden von Island. — Rapp. Proc. Verb. Cons. Intern. Expl. Mer. Bd. 99.
- 1937a: Zur quantitativen Planktonmethodik. — Kieler Meeresforschungen. Bd. 1.
- 1937b: Über den Ursprung der Heringsnahrung im Norden von Island. — Ber. D. Wiss. Komm. f. Meeresforsch. (N.F.). Bd. 8.
- 1938a: Über die Herstellung von Planktonkarten des Nordatlantischen Ozeans. — Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl. Mer. Bd. 107.
- 1938b: Über quantitative Seilmethoden in der Planktonforschung. — Journ. du Conseil. Bd. 13.
- 1939a: Die Planktonarbeiten für die Deutsche Wissenschaftliche Kommission für Meeresforschung in der Hydrobiologischen Abteilung des Hamburgischen Zoologischen Museums und Instituts. — Ber. D. Wiss. Komm. f. Meeresforsch. (N.F.). Bd. 9.
- 1939b: Kinetisches und akinetisches Plankton. — Die Naturwissenschaften, 27. Jahrg.
- Marineleitung 1934: Handbuch für Island, die Färöer und Jan Mayen. 4. Aufl.
- Meschkat, A., 1939: Untersuchung über das Herbstplankton im Bereich des „Ost-islandstromes“. — Internat. Revue Hydrobiol. Bd. 38.
- Meeresforschung. Neue Folge. Bd. X.



- Paulsen, O., 1904: Plankton Investigations in the Waters round Iceland in 1903. — Medd. Komm. Havundersög. Ser. Plankton. Bd. 1.
- 1909: Plankton Investigations in the Water round Iceland and in the North Atlantic in 1904. — Meddel. Kommiss. Havundersög. Ser. Plankton. Bd. 1.
- 1918: Plankton and Biological Investigations in the Sea round the Faroes in 1913. — Medd. Komm. f. Havunders. Ser. Plankton. Bd. 1.
- Saemundsson, Bjarni, 1930: Die Isländische Seefischerei. — Handb. Seefisch. Nordeuropas. Bd. 7.
- Schmidt, J., 1909: The Distribution of the Pelagic Fry and the Spawning Regions of the Gadids in the North Atlantic from Iceland to Spain. — Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl. Mer. Bd. 10.
- Steemann-Nielsen, E., 1935: The Production of Phytoplankton at the Faroe Islands, Iceland, East Greenland and in the Water around. — Meddel. Komm. f. Danmarks Fiskeri-og Havundersög. Ser. Plankton. Bd. 3.
- Tåning, A. Vedel, 1936: Herring larvae in Icelandic Waters, 1924—1934. — Rapp. Proc. Verb. Cons. Int. Expl. Mer. Bd. 99.
- Thomsen, Helge, 1938: Hydrography of Iceland. The Zoology of Iceland. Vol. 1.
- Wandel, C. F., Ostenfeld, C. H., und Knudsen, M., 1898—1900: Jagttagelser over Overfladevandets Temperatur, Saltholdighed og Plankton paa Islandske og Grønlandske Skibsruter (1897—1899). Kjøbenhavn.