

# Copyright ©

---

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Aus dem Institut für Meereskunde der Universität Kiel

## Das Seston und seine Komponenten

Beobachtungen von zwei Reisen nach Island im Frühjahr 1953 und 1954

VON ERIK HAGMEIER<sup>1)</sup>

**Zusammenfassung:** Aus Oberflächenproben und einigen Tiefenserien gefundene Sestonwerte sind mit dem Anteil von Phyto- und Zooplankton in den Abbildungen 1—6 zusammengestellt. Auch in Gebieten ohne direkten Landeinfluß muß man damit rechnen, daß der größte Teil der aus dem Meerwasser abfiltrierbaren Substanz unbelebt ist.

**Composition of Seston (Summary):** Seston values (i.e. dry weight of particulate matter including plankton) were determined and analysed in watersamples from two cruises to Iceland in spring of 1953 and 1954. Results are summarized in figures 1—6. Dead particulate matter (tripton) is mostly exceeding plankton in weight — even in spring bloom periods and in areas not influenced by coastal waters.

### Einleitung

Seit über 2 Jahrzehnten gilt die besondere Aufmerksamkeit der Kieler Planktologen dem Seston: dem aus dem Wasser durch Filtrieren zu trennenden Rückstand, der die planktischen Urproduzenten enthält, auch direkt für die Ernährung vieler Nutztiere wichtig ist, und für die Unterscheidung von Wasserkörpern wertvolle Hinweise geben kann.

Im Seston unterscheiden wir den belebten Teil vom unbelebten: das Plankton vom Tripton (Detritus). Nach den ersten genauen Analysen von GILLBRICHT (1952) erwies sich, jedenfalls in Landnähe, der Anteil des Triptons als überraschend hoch. Die Untersuchungen wurden auf weitere Seegebiete ausgedehnt; wünschenswert erschienen dabei Proben auch aus solchen Wasserkörpern, bei denen ein Landeinfluß nicht unmittelbar besteht. Von den Ergebnissen zweier in diesem Sinne ausgewerteter Reisen nach Island mit dem Fischereischutzboot „Meerkatze“ soll im folgenden berichtet werden<sup>2)</sup>

### Methoden

Die Probennahme erfolgte mit Pütz und Wasserschöpfern so, daß Verunreinigungen durch das Schiff möglichst ausgeschlossen waren.

---

<sup>1)</sup> Meinem Kommilitonen Friedrich Körte († 27. 6. 1962) gewidmet, der die Untersuchungen an Seston und Plankton während der Arbeiten des „Overflow-Program“ 1960 weitergeführt hat.

Die Arbeit ist eine Auswertung von Daten, die der Verfasser gesammelt hat für seine Dissertation: „Untersuchungen über die Menge und die Zusammensetzung von Seston und Plankton, in Wasserproben von Reisen in die Nordsee und nach Island“, Kiel 1960. Dort sind die Einzelwerte ausführlich tabelliert.

<sup>2)</sup> Zu herzlichem Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. J. KREY für die Anregung und Förderung der Untersuchungen; für deren tatkräftige Unterstützung an Bord den Herren Kapitänen BÖTTCHER und DAHMEN mit ihren Offizieren und der Besatzung der „Meerkatze“.

Nach einer Durchsicht auf größere Plankter wurden konservierte Proben von 10—100 ml an Land mit dem Utermöhl-Mikroskop untersucht. Aus Zählungen und Messungen der Plankter konnte dann mit den von HAGMEIER (1961) abgeleiteten Beziehungen das Trockengewicht für Phyto- und Zooplankton mit einer Genauigkeit von  $\pm 30\%$  (HAGMEIER 1961, S. 44) berechnet werden.

Das Seston wurde nach KREY (1950) durch Vakuumfiltration angereichert und als Trockensubstanz auf den benutzten gehärteten Papierfiltern (Porenweite ca.  $1 \mu$ ) gewogen. Dabei ist mit einer Abweichung von  $\pm 0,1$  mg zu rechnen; da von sestonärmerem Wasser bis zu 9 Liter filtriert wurden, bleibt der prozentuale Fehler gering. Das gewonnene Seston wurde zur Messung des Pigmentgehaltes nach KREY (1939) und zur Bestimmung des Albumin-Äquivalents (KREY, BANSE, HAGMEIER 1957) weiter verarbeitet. Auch mit diesen Daten läßt sich eine Aussage über das Trockengewicht von Phyto- und Zooplankton machen, die gelegentlich zur Kontrolle der aus den Zählungen erhaltenen Werte verwendet ist. Für einen ausführlichen Vergleich der mikroskopischen und chemischen Analysen sei auf HAGMEIER (1961) verwiesen, wo auch die im folgenden bearbeiteten Proben verwertet sind.

Der Triptongehalt ergab sich als die Differenz Seston minus Planktongewicht.

Die genannten Bestimmungen wurden ergänzt durch Messungen des Phosphatgehaltes im Meerwasser (nach KALLE 1934, 1935), der Temperatur und möglichst oft auch des Gesamt-Salzgehaltes durch Chlortitration (MEYER 1932). Damit sollte eine Vorstellung über Nährstoffverhältnisse und Umwelt des Planktons gewonnen werden.

Die Darstellung der Ergebnisse, soweit sie das Seston und seine Bestandteile betreffen, wurde mit den Abbildungen 1—6 versucht. Dabei wurden die Daten einander nahe liegender Proben ähnlichen Gehalts zusammengefaßt. Den mittleren Sestongewichten ist die Fläche der Kreise proportional; Phyto- und Zooplanktongehalt sind als Sektoren eingezeichnet. Für den Vergleich von absoluten Plankton- und Triptongewichten einzelner Proben wird von ausgewählten Serien eine ergänzende Darstellung gegeben.

Insgesamt wurden 243 Proben aus dem Jahre 1953 und 216 vom Frühjahr 1954 ausgewertet.

#### Die Verhältnisse im Frühjahr 1953 (hierzu Abbildungen 1—3)

Auf der Ausreise (Abb. 1) wurden die ersten Proben im Einflußbereich des Baltischen Stromes geschöpft. Sie enthielten nährstoffarmes Wasser und ein durch die Diatomee *Leptocylindrus danicus* beherrschtes Plankton — daneben verschiedene Ceratien, wie sie nach BRAARUD, GAARDER & GRØNTVED (1953) in diesem Wasser erwartet werden dürfen.

Die folgende Zusammenfassung enthält Proben etwas geringeren Sestongehaltes mit hohem Phytoplankton-Anteil, bestimmt durch die Diatomee *Rhizosolenia shrebsolei* und Kolonien des Flagellaten *Phaeocystis*.

Eine besonders kräftige Phytoplankton-Entwicklung wurde im Norden der Shetland-Inseln beobachtet (vornehmlich Diatomeen der Gattung *Thalassiosira*, bis 300 000 Zellen/Liter, begleitet durch *Phaeocystis*). Das Gebiet um Orkneys und Shetlands ist für reiche Planktonvorkommen bekannt (BRAARUD, GAARDER & GRØNTVED 1953); salzärmeres Küstenwasser vermag wahrscheinlich schon früh die Bildung einer stabilen Oberflächenschicht zu beeinflussen, die für den Beginn der Frühjahrsblüte entscheidend ist (SVERDRUP 1953) — Auftriebswasser wird später die Nährstoffe wieder ergänzen. In den 1953 untersuchten Proben zeigen allerdings weder Triptonmenge, Salzgehalt, Temperatur, noch der Phosphatgehalt einen direkten Küsteneinfluß an: die Planktonbevölkerung hat sich offenbar auf die benachbarten atlantischen Wasserkörper ausgedehnt.

Bei fast unverändertem Triptongewicht fehlt in den nächsten Probengruppen die starke Planktonentwicklung — hoher Phosphatgehalt (16—22  $\mu\text{g P/l}$ ) zeigt an, daß die Frühjahrsblüte noch zu erwarten ist — Ansätze dazu, ein kleiner *Thalassiosira*-Bestand, finden sich in den westlich der Färöer genommenen Proben.

Die Fischereischutz-Aufgaben der „Meerkatze“ machten eine etwas genauere Untersuchung der Gewässer um Island möglich (vergl. Abb. 3).

Die höchsten Sestongehalte fanden sich westlich der Insel mit den Planktonmaxima zusammen. Im Nordwesten wurden die Oberflächen-Proben zwischen der isländischen Küste und der Treibeisgrenze zusammengefaßt, in denen sich ein Plankton-Trockengewicht von über 0,1 mg/l ergab; hierfür war die Diatomeengattung *Thalassiosira* bestimmend. Ein zweites Gedeihgebiet, gekennzeichnet durch einen starken Bestand der Diatomeen *Rhizosolenia (hebetata)* und *Nitzschia*, ließ sich im Südwesten in Wasser von über 35‰ Salzgehalt definieren. Eine dritte Gruppe umfaßt alle übrigen, westlich der Insel und meistens nahe der Küste gewonnenen Proben, die im Mittel nur recht wenig Plankton unterschiedlicher Zusammensetzung enthielten. Hier überwiegt im Seston deutlich der Triptonanteil.

Absolut gerechnet ist das Triptongewicht in Küstennähe nur unwesentlich höher als in den etwas weiter entfernten Gedeihgebieten. Sehr ähnlich sind die übrigen für das Küstenwasser im Norden, Süden und Osten gefundenen Triptongehalte, während bedeutsam niedrigere Werte das atlantische Wasser im Südosten auszeichneten. Differenzierter erscheint das Triptonvorkommen in der Vertikalverteilung (Abb. 3b). Im Südwesten kann man einen Zusammenhang mit der Planktonentwicklung vermuten: unter der belichteten Zone ist nur noch sehr wenig Tripton vorhanden. Viel stärker und ziemlich gleichmäßig verteilt ist dagegen der Triptongehalt in der im Nordwesten untersuchten Wassersäule, was besonders bemerkenswert ist bei der Anwesenheit von drei in Salzgehalt und Temperatur deutlich zu unterscheidenden Wasserkörpern (s. u.). Ein gemeinsamer Ursprung des Triptons aus dem abschmelzenden Eis ist deshalb recht zweifelhaft. Leider läßt sich auch über die Natur des Triptons an der Nordküste (Station 2714) keine Angabe zur Klärung der Herkunft machen. Einerseits wäre hier ein direkter Einfluß der nahen Küste denkbar — andererseits, da die Oberschicht sehr arm an Phosphat ist, können hier und darunter die Reste einer früheren Blüte gemessen sein. Abgestorbene Plankter wurden aber wiederum mikroskopisch nicht beobachtet.

Befriedigender als eine Deutung der Triptonverhältnisse ist die Erklärung der Planktonentwicklung mit den hydrographischen Daten (genauer: durch die Schichtung) möglich. Außer den in Abb. 3b gebrachten Stationen wurden nun noch mehr Vertikalserien im Westen und Norden Islands bearbeitet. Im atlantisch beeinflussten Wasser wurde nur dort ein wesentlicher Planktonbestand gefunden, wo eine warme Deckschicht entstanden war (wie an Station 2710). Im nördlichen Gedeihgebiet hat das Schmelzwasser des Eises bzw. der Ost-Grönland-Strom für eine stabile leichte Deckschicht gesorgt, in der die Diatomeen eine zur Vermehrung ausreichende Lichtmenge erhalten können. Durch einen scharfen Salzgehalts- und Temperatursprung ist diese Schicht an Station 2705 von dem darunter liegenden mächtigen atlantisch beeinflussten Wasserkörper getrennt. Zwischen 250 und 300 m Tiefe zeigen stark absinkende Temperaturen und etwas abnehmender Salzgehalt den Übergang zum arktischen Tiefenwasser an. Am Boden sind Temperatur und Salzgehalt wieder etwas erhöht, was auf eine Verzahnung der Wasserkörper hindeutet, so wie sie bei den Verschiebungen in diesem Gebiet zu erwarten sind. Eine anschauliche Darstellung der Wasserbewegungen in der Dänemark-Straße nach Messungen im Juni 1955 gibt DIETRICH (1957).

Stabile Verhältnisse an der Oberfläche können auch durch eine Ausbreitung des Küstenwassers über salzreicheres Wasser entstehen, wie schon erwähnt wurde. Ist

dieses Küstenwasser selbst nährstoffreich, so kann darin unmittelbar im Frühjahr die Phytoplanktonvermehrung anfangen, während über tieferem Wasser die Konvektion eine Entwicklung noch verhindert (vergl. die Beobachtungen von MARSHALL (1958) im Gebiet der Bäreninseln). Die allgemeine Armut des isländischen Küstenwassers an Plankton und Phosphat könnte deshalb anzeigen, daß darin eine Planktonblüte schon stattgefunden hat. Andererseits kann man nicht voraussetzen, daß das Küstenwasser vor den nordischen Felseninseln viele Nährstoffe enthält — eine Planktonentwicklung wird dann nur in Vermischungsgebieten mit nährstoffreichem (atlantischen) Wasser zu finden sein.

An der Ostküste Islands wurden einige Proben aus dem kalten (4°) Wasser des Ost-Island-Stromes geschöpft — sie enthielten bei noch einigen Phosphat-Reserven nur wenig Peridineen-Plankton.

An diese Beobachtungen schließen sich die auf der Rückreise gesammelten Probenreihen an (Abb. 2). Die nördlichste Gruppe liegt schon im warmen, atlantischen Wasser; der hohe Sestongehalt und das Plankton deuten auf eine Beeinflussung durch Beimengungen isländischen Wassers. Der Triptongehalt nimmt nach Süden hin ab bis auf die geringen Werte, die hier und im Südwesten Islands bei der Anreise gefunden wurden. Dazu kommen jetzt Diatomeen und Konsumenten: Copepodenschwärme. Erstaunlich ist dann wieder der hohe Triptongehalt außerhalb des Küstenbereiches der Färöer (der durch etwas kälteres und salzärmeres Wasser angezeigt wird) und in der folgenden Probengruppe zwischen Färöern und Shetlands.

In den zum Teil sehr nahe den Küsten der Shetlands genommenen Proben wird der Landeinfluß deutlich: durch den hohen Triptongehalt, und im Plankton, wo neben atlantischen Formen (*Nitzschia delicatissima*) einmal 400000 große Ciliaten im Liter Wasser, außerdem Schnecken- und Balaniden-Larven, gefunden wurden. Im Osten der Inseln wurde ein kleines Gedeihgebiet der Diatomeengattung *Thalassiosira* erfaßt.

Das Nordseewasser war im Juni arm an Phosphat — nach vier verhältnismäßig triptonreichen Proben wurde in den übrigen recht wenig Seston gefunden. Der in der Deutschen Bucht angezeigte relativ hohe Zooplanktongehalt stammt aus abends geschöpftem Oberflächenwasser, das zahlreiche Copepoditen enthielt.

#### Beobachtungen im Frühjahr 1954 (hierzu Abbildungen 4—6)

Ende Mai 1954 wurde in der Nordsee nur ein geringer Planktonbestand angetroffen (vergl. Abb. 4). Im Südwesten machten Peridineen die Hauptmenge aus, in der mittleren Probenreihe wechselten Diatomeen (eine kleine *Thalassiosira*-ähnliche Form) und Ciliaten, die der Gattung *Strombidium* angehören dürften, einander ab. Nach einer sehr plankton- und triptonarmen Probenreihe nahm mit der Annäherung an die Orkney-Inseln das Planktongewicht wieder zu (Abb. 4b) — zugleich wurden ansteigende Phosphatgehalte gemessen: von 2—4 µg/l P in der mittleren Nordsee, bis zu 12 µg/l vor den Orkneys. Diatomeen gab es nur stellenweise in größerer Anzahl (*Rhizosolenia*

---

#### Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

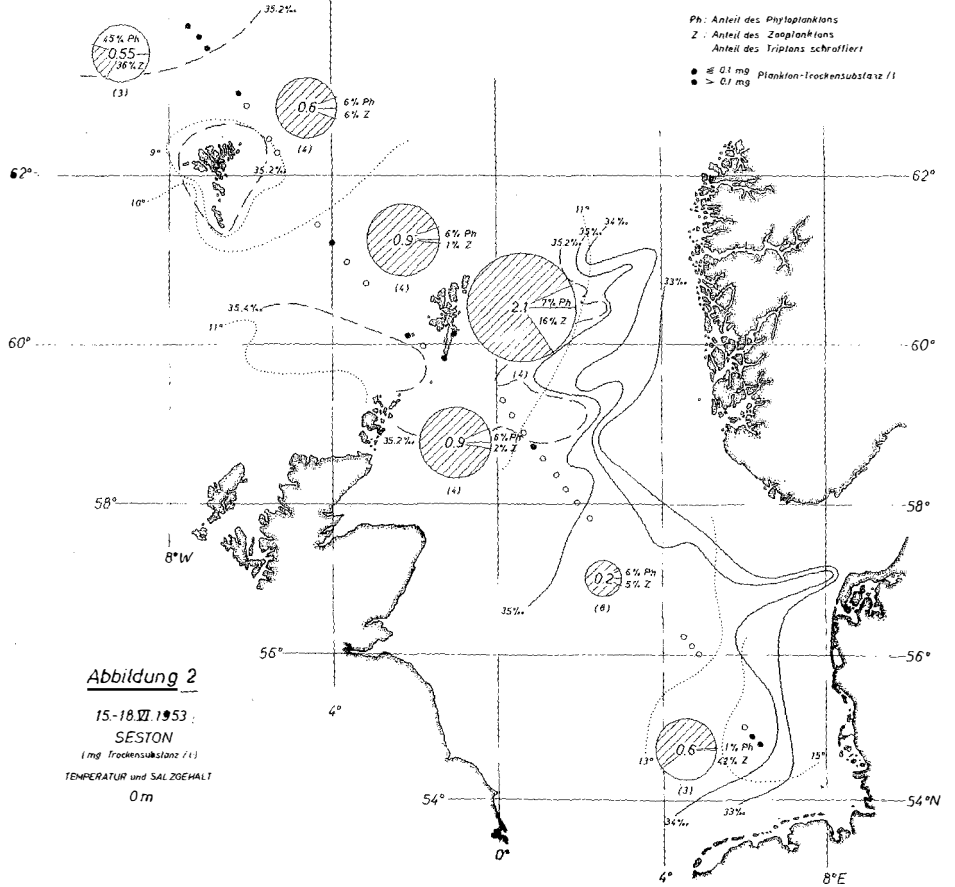
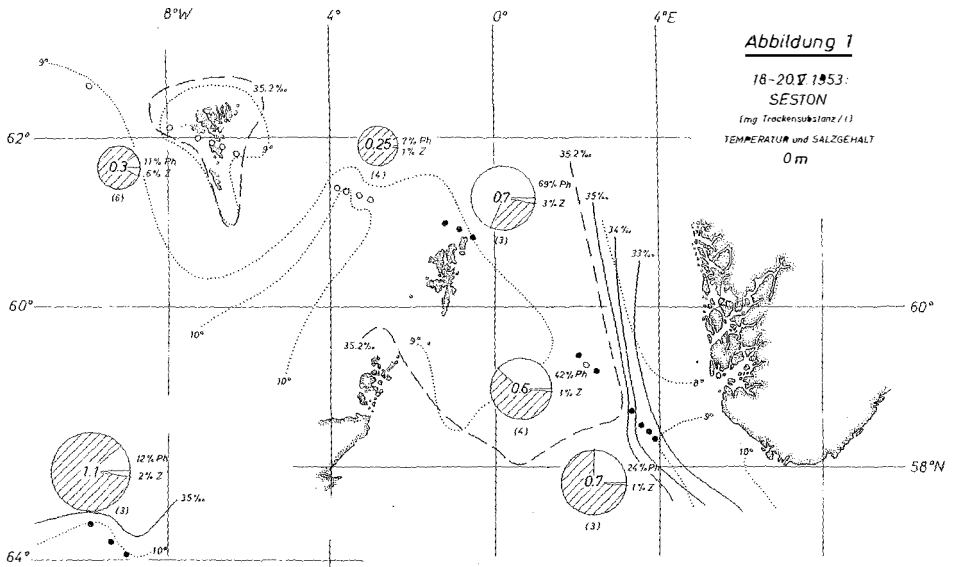
Abb. 1: Seston auf dem Reiseweg nach Island, Mai 1953.

Unter den in Kreisen und Sektoren dargestellten Mittelwerten steht in Klammern die Zahl der zusammengefaßten Oberflächenproben; deren Positionen befinden sich in der Nähe der Kreise.

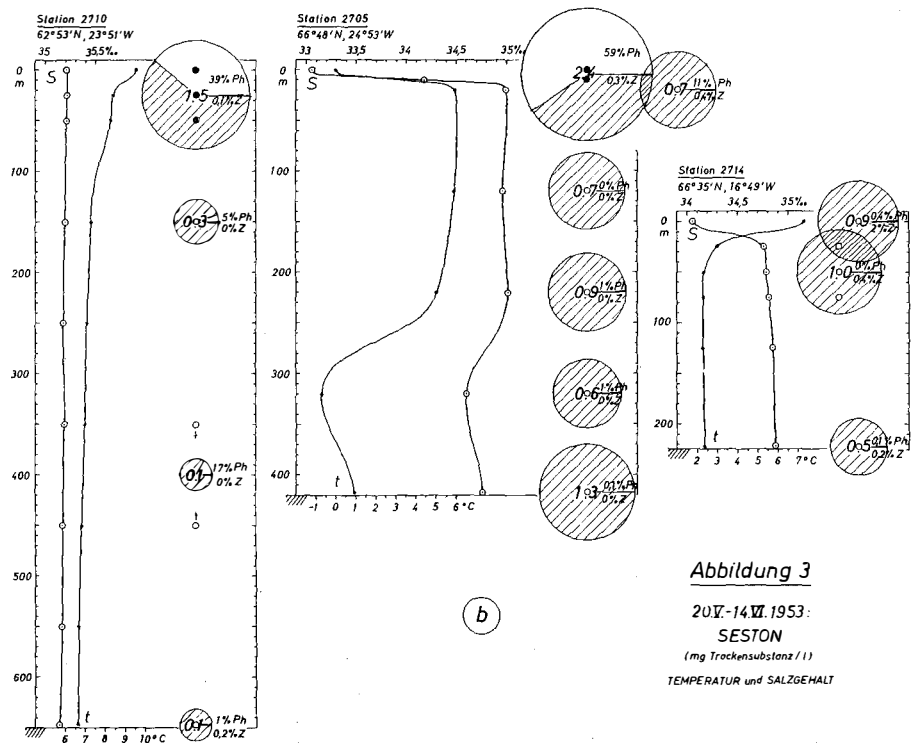
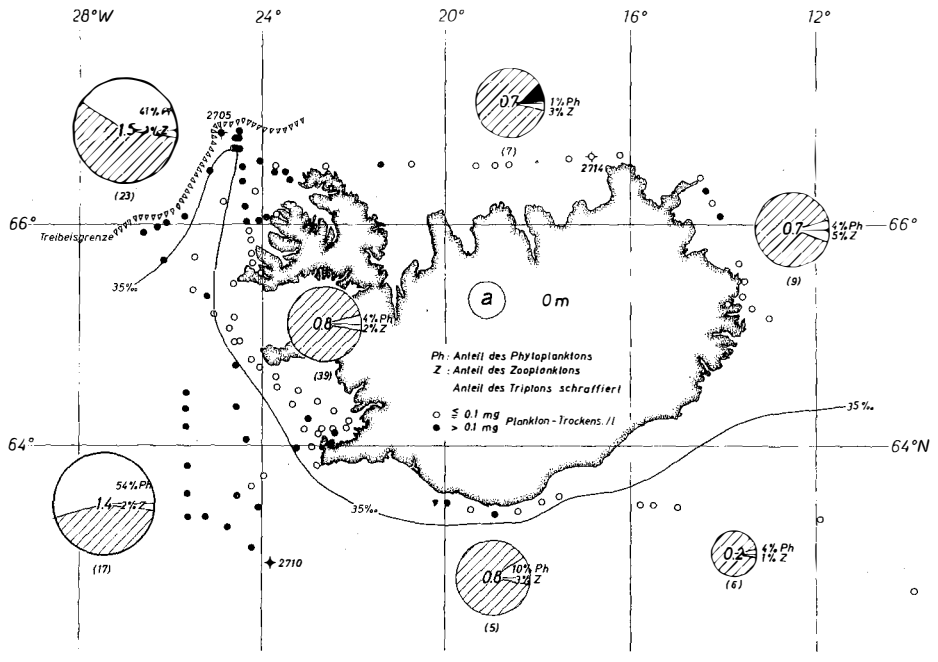
Zur Skizzierung der hydrographischen Verhältnisse sind einige Isohalinen und Isothermen nach den Monatskarten des Internationalen Rates für Meeresforschung eingezeichnet.

Abb. 2: Seston auf der Rückreise von Island im Juni 1953.

Erläuterungen wie zu Abb. 1.



Tafel 1 (zu E. Hagmeier)



**Abbildung 3**  
20.V-14.VI.1953:  
SESTON  
(mg Trockensubstanz / l)  
TEMPERATUR UND SALZGEHALT

**Tafel 2** (zu E. Hagmeier)

*delicatula* nördlich der Orkneys, *Nitzschia serita* etwas weiter westlich). Gleichmäßig häufiger waren Peridineen der Gattung *Peridinium* und Ciliaten; für diese wurde ein Maximum nordwestlich der Orkneys beobachtet — mit neben anderen 59000 *Strombidium strobilum* im Liter Wasser. Durch dieses Auftreten (übrigens gar nicht weit von dem im Juni 1953 gefundenen Maximum entfernt) wurde ein hoher Zooplanktongehalt für die Probengruppe bei den Orkneys berechnet — Metazoen sind trotz der nächtlichen Probennahme (20—4 Uhr) daran fast gar nicht beteiligt.

Sehr viel geringer wurden Plankton- und Triptongehalt in der offenen See zwischen Orkneys und Färöern. Peridineen und Ciliaten waren hier die häufigsten Organismen. Abbildung 4b zeigt besonders deutlich das Zunehmen und Abnehmen des Sestons und seiner Komponenten beim Passieren der Färöer. Der Phosphatgehalt schwankt in der hier zusammengefaßten Probengruppe umgekehrt proportional dem Planktonbestand: von 4,3  $\mu\text{g P/l}$  bei 0,60 mg Plankton bis 18,2  $\mu\text{g/l P}$  bei 0,09 mg Plankton-Trockensubstanz/l. Nimmt man an, daß der dem Wasser entzogene Phosphor noch in den Organismen an der Oberfläche enthalten ist, so findet man unter Berücksichtigung der gefundenen Plankter über die bei HAGMEIER (1961) errechneten Mittelwerte einen Phosphorgehalt von 4% der vorhandenen organischen Substanz. Dieser Wert ist zu hoch — er wird anzeigen, daß mindestens die Hälfte der im Frühjahr gebildeten organischen Substanz nicht mehr an der Oberfläche als Plankton vorhanden, sondern abgesunken oder durch nicht erfaßte Tiere verbraucht ist. Bestimmend für das angegebene Planktongewicht waren in diesen Proben Diatomeen: *Chaetoceros* und im Norden besonders *Nitzschia delicatissima* (bis 4 Millionen Zellen/l); wesentlich geringer ist der Anteil der Peridineen. Auch das Triptongewicht erreichte bei den Färöern hohe Werte. Das Maximum von 3,3 mg/l kann indes durch Meersalz vorgetäuscht sein, das aus dem Sestonfilter nicht durch Spülen entfernt war!

Die um Island gewonnenen Oberflächenproben (Abb. 5) waren durch zum Teil reiche Diatomeenbestände gekennzeichnet. *Asterionella japonica* war fast überall nahe der Küste vorherrschend, *Nitzschia delicatissima* und *seriata* auf der offeneren See, beide waren von *Chaetoceros*-Arten begleitet. Im Nordwesten der Insel wurde ein begrenztes Gedeihgebiet von *Thalassiosira* angetroffen.

Auf der Anreise war in einer Probenreihe zwischen den Färöern und Island der Plankton-Anteil am Sestongewicht besonders hoch (bis zu 50%). Die Diatomeen *Nitzschia delicatissima* (bis 8,6 Millionen Zellen/l) und *Chaetoceros* (bis 3,5 Millionen Zellen/l) bestimmten hier das Planktongewicht. Erstaunlich war hier das zahlreiche Vorkommen kleiner, nackter, 5—16  $\mu$  messender Flagellaten: es wurden meistens über 1 Million/l gefunden. Da der Phosphatgehalt noch nicht sehr reduziert war (auf 11—17  $\mu\text{g P/l}$ ), wird dieser Planktonbestand noch jung gewesen sein.

Die als nächste geschöpfte Probenserie vor der Südostküste Islands enthielt eine ähnlich reichhaltige Bevölkerung, die sich nach dem verbliebenen gelösten Phosphat (5—10  $\mu\text{g P/l}$ ) schon früher entwickelt haben dürfte. Hier ist die Diatomee *Asterionella*

---

#### Legenden zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 2)

Abb. 3: Seston in der Umgebung von Island, Mai—Juni 1953.

- a) Oberflächenproben: Unter den in Kreisen und Sektoren dargestellten Mittelwerten ist die Zahl der zusammengefaßten Proben (in Klammern) angegeben. Die zugehörigen Positionen der Probennahme findet man in der Nähe dieser Kreise. Vor der Westküste Islands sind die stark umrandeten Sestonkreise aus den Proben mit über 0,1 mg/l Plankton-Trockensubstanz errechnet, in denen Diatomeen vorherrschen. Zwei Proben mit etwas über 0,1 mg Plankton aus der Faxe-Bucht, die vornehmlich Peridineen enthalten, sind mit den planktonarmen Proben zu dem normal umrandeten Sestonkreis gerechnet.
- b) Einige Beispiele für die Vertikalverteilung des Sestons.



*japonica* vorherrschend; der zugehörige Sestonkreis in Abbildung 5 ist, wie die übrigen für *Asterionella* bestimmte Probengruppen, in Landnähe eingezeichnet.

Südlich von diesen reichen Planktonbeständen wurden auf der Rückreise (10—12 Tage nach der Ankunft) 20 sestonärmere Proben gewonnen, die in einem nährstoffreichen Wasser nur kleinere Vorkommen von *Nitzschia*-Arten aufweisen.

Die Proben von der Südküste sind ebenfalls zusammengefaßt nach *Asterionella*- und *Nitzschia*-bestimmtem Plankton. Ersteres stammt im allgemeinen aus salzärmerem Wasser mit niedrigerem Phosphatgehalt und zeichnet sich durch relativ viel Plankton und Tripton aus.

Durch hohe Triptonwerte wird der Landeinfluß besonders deutlich bei einigen Proben aus salzarmem Wasser vor Kap Reykjanes und aus der Faxa-Bucht. Auch hierin fand sich ein an den Diatomeen *Asterionella* und *Chaetoceros* reicher Planktonbestand.

Die meisten vor der Westküste Islands geschöpften Proben enthielten *Asterionella japonica* in größerer Menge, außerdem vor der Faxa-Bucht zahlreiche Ketten von *Rhizosolenia delicatula*. Beide Diatomeen bezeichnet übrigens schon OSTENFELD 1899 als isländische Küstenformen. Von dieser Mehrheit der Proben, die im Mittel 1,3 mg Seston/l enthielten, sind einige kleinere Gruppen mit geringerem durchschnittlichen Sestongewicht unterschieden: im Südwesten 3 Proben mit *Nitzschia*-Plankton, im Nordwesten 5 Proben mit einem *Thalassiosira*-Bestand, und wieder 6 Proben mit einer *Nitzschia*-Bevölkerung (im Mittel 0,4 mg Seston); schließlich eine Probengruppe aus relativ nährstoffreichem Wasser vor dem Patreksfjord, das nur sehr wenig Plankton enthielt. Wenn wir von diesem Wasserkörper absehen, ist auch an der Westküste der Sestongehalt von landnahen und landfernen Proben deutlich zu unterscheiden. Der relative Planktongehalt schwankt weniger stark.

Auf der Rückreise (Abb. 6) wurde zwischen Island und den Färöern vorwiegend Peridineen- und Ciliaten-Plankton gefunden. Bei den Färöern sind 4 Proben zusammengefaßt, die aus Diatomeen-reichem Wasser stammen. Die Bevölkerung besteht aus vielen Arten; für das angegebene Planktongewicht sind vor allem die Gattungen *Chaetoceros* und *Nitzschia* und *Lauderia borealis* bedeutsam.

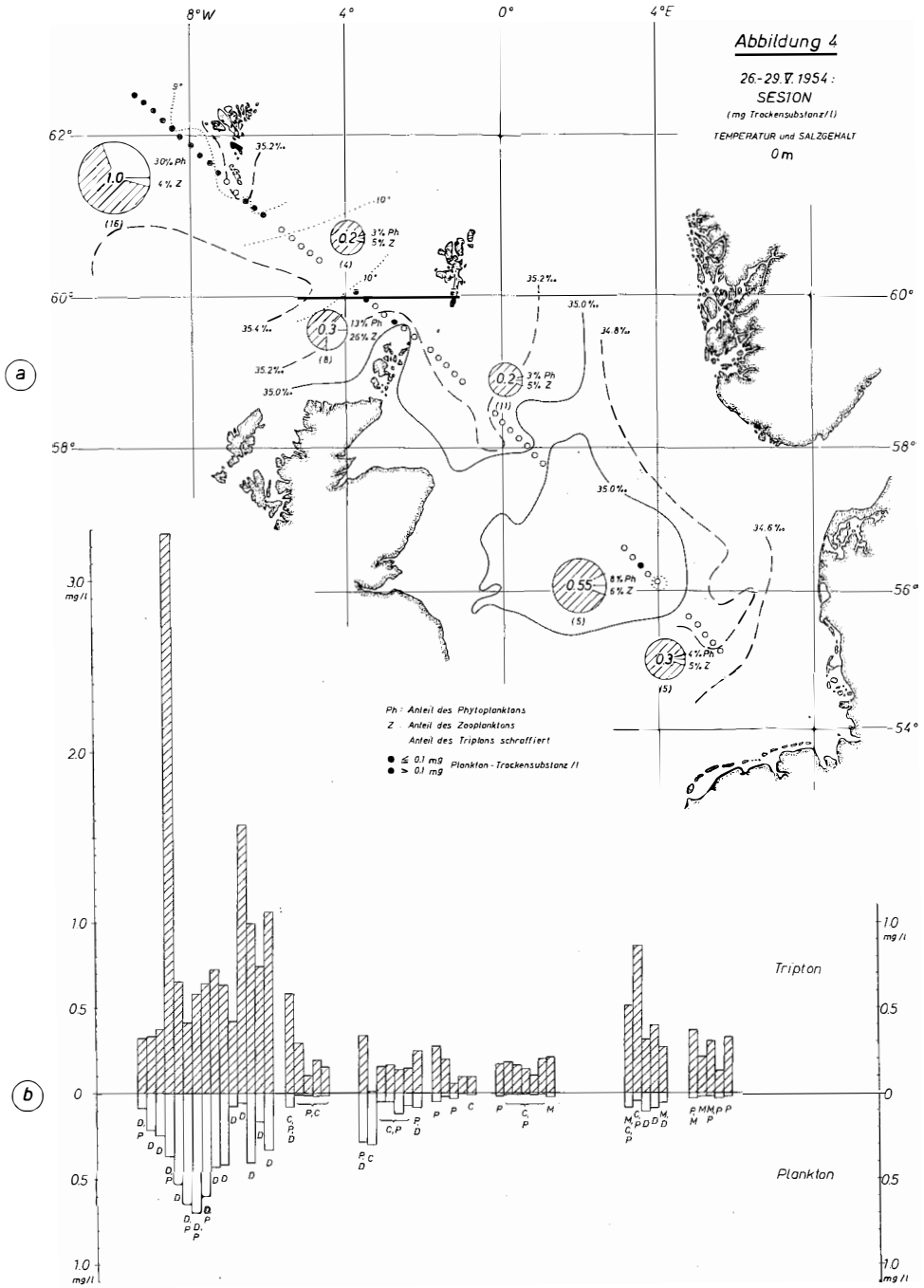
In der nächsten Probengruppe, zwischen Färöern und Orkneys, enthielten nur zwei Proben eine reiche Diatomeenflora (*Chaetoceros*). Sonst waren allgemein die Peridineen vorherrschend: als Maximum wurden 400 000 *Peridinium* ähnl. *brevipes* im Liter Wasser gefunden; auch sehr viele Formen, die man der Gattung *Gymnodinium* zuordnen kann, wurden gezählt. Außerdem wurden oft viele Ciliaten (Tintinnen) gefunden. Da man bei mit Jod fixierten Peridineen nicht mehr unterscheiden kann, ob sie autotroph oder heterotroph gelebt haben, wurde die Einteilung des Planktons in Phyto- und Zooplankton nach den Zählungen recht unsicher. Hier wurden die Ergebnisse der Chlorophyll-a-Bestimmungen herangezogen: nach den bei HAGMEIER (1961) zusammengestellten

---

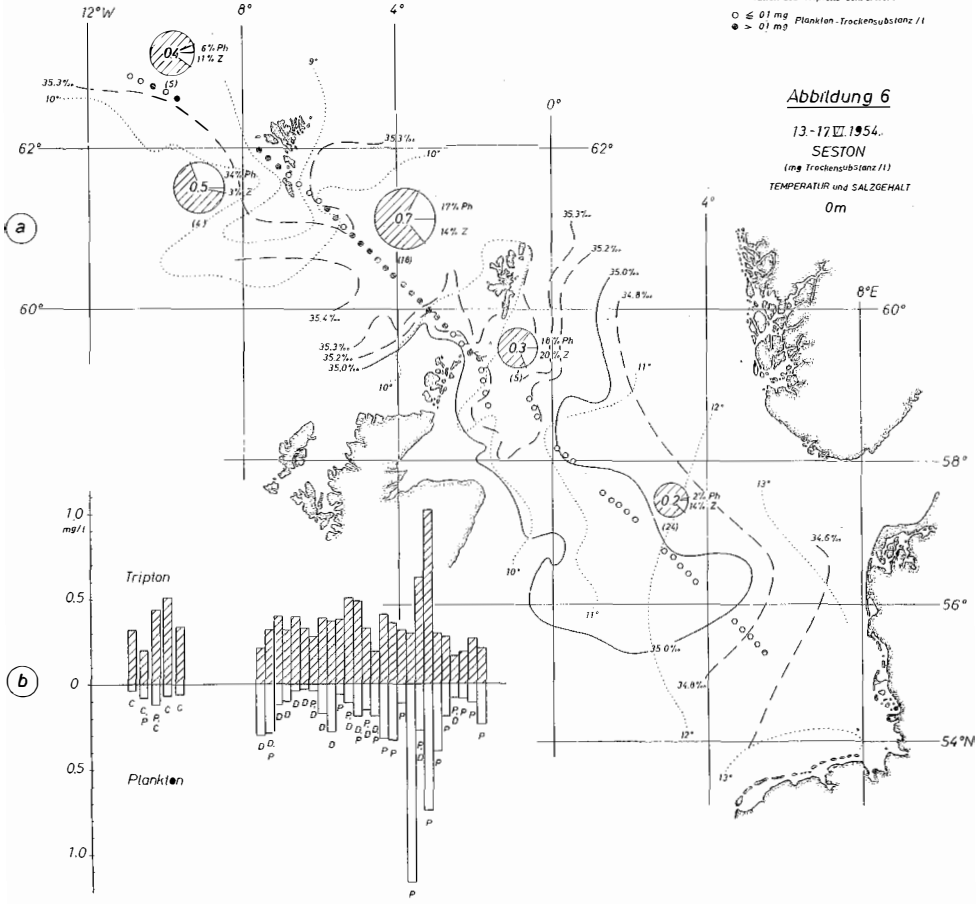
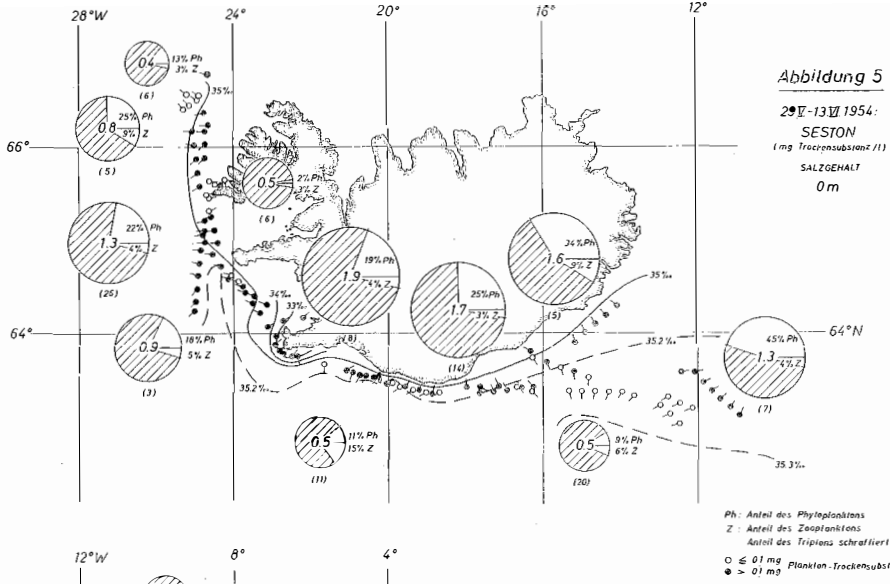
#### Legenden zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 3)

Abb. 4: Seston auf dem Reiseweg nach Island, Mai 1954.

- a) Positionen und Zusammenfassungen der Oberflächenproben, deren Zahl jeweils in Klammern unter den in Kreisen und Sektoren dargestellten Mittelwerten angegeben ist. Isohalinen und Isothermen sind nach den Monatskarten des Internationalen Rates für Meeresforschung ergänzt.
- b) Die einzelnen Sestonwerte und ihre Komponenten.  
Die zugehörigen Positionen findet man senkrecht über den Triptonsäulen in Abb. 4a. Die Buchstaben am Planktonteil bezeichnen die wesentlich das Gewicht bestimmenden Organismen: D: Diatomeen, P: Peridineen, C: Ciliaten, M: Metazoen. Die Reihenfolge, von oben nach unten, entspricht der Größe der Anteile am Planktongewicht.



**Tafel 3** (zu E. Hagmeier)



Tafel 4 (zu E. Hagmeier)

Mittelwerten läßt sich das Phytoplanktongewicht danach abschätzen. Man erhält allerdings einen Maximalwert, da das Chlorophyll länger erhalten bleibt als das zugehörige pflanzliche Plankton. Abbildung 6b zeigt die Einzelwerte zu dieser recht heterogenen Probenreihe.

Nördlich der Orkneys wurde etwas weniger Tripton bestimmt — auch hier waren die Peridineen vorherrschend.

In der Nordsee fanden sich die niedrigsten Sestonwerte dieser Reise. Alle Proben mit einem kleinen Bestand an Peridineen und Ciliaten ließen sich zwanglos zusammenfassen. Metazoen waren in nächtlichen Probennahmen an der Oberfläche ungleich häufiger als tagsüber.

Zur Ergänzung seien einige Daten genannt aus Oberflächenproben von einer weiteren Fischereischutzfahrt der „Meerkatze“ nach Island im Februar und März 1954<sup>1)</sup>. In verschiedenen küstennahen und atlantischen Wasserkörpern wurde nur sehr wenig Plankton gefunden: Zellzahlen zwischen 450 und 7800/l, woraus 0,002—0,02 mg Trockensubstanz/l berechnet werden konnte. Peridineen und Cysten waren regelmäßig vorhanden, weniger Diatomeen, örtlich Ciliaten und Metazoen. Im mikroskopischen Bild war das Tripton vorherrschend. Für eine genauere Vorstellung von winterlichen Verhältnissen im Süden Islands sei auf die Untersuchung von HENTSCHEL (1936) verwiesen.

#### Ergänzende Bemerkungen zum Sestongehalt der untersuchten Gebiete

KREY (1961a) gibt eine Zusammenstellung von Seston-, Plankton- und Triptongewichten aus verschiedenen Meeresgebieten, in der auch schon einige Daten von den oben behandelten Reisen angeführt und besprochen sind. Die folgende vergleichende Betrachtung kann deshalb auf wenige Ergänzungen beschränkt bleiben.

Die ersten Sestonwerte von einer Reise nach Island im September 1947 bestimmte KREY (1949); damit war die Größenordnung der an der Meeresoberfläche zu erwartenden Sestongewichte schon recht genau umschrieben.

Besonders intensiviert wurden die Untersuchungen am Seston im Atlantik dann während der Forschungsfahrten der „Gauß“ und „Anton Dohrn“ im Internationalen Geophysikalischen Jahr (KREY 1961b). KREY, HANTSCHMANN & WELLERSHAUS (1959) berichten von Sestonwerten im April und September 1958 nahe der grönländischen

<sup>1)</sup> Herrn Dr. W. BROGMUS danke ich sehr für die Beschaffung der Proben.

---

#### Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 4)

Abb. 5: Seston in der Umgebung von Island, Mai—Juni 1954.

Mittelwerte in Kreisen und Sektoren dargestellt, darunter (in Klammern) die Zahl der zusammengefaßten Oberflächenproben, deren Zuordnung durch Pfeile erleichtert wird. Kreise aus Proben, deren Plankton durch die Diatomee *Asterionella japonica* bestimmt war, sind zur Landseite hin gezeichnet.

Abb. 6: Seston auf der Rückreise von Island im Juni 1954.

- a) Positionen und Zusammenfassungen der Oberflächenproben, deren Zahl jeweils in Klammern unter den in Kreisen und Sektoren dargestellten Mittelwerten angegeben ist. Isohalinen und Isothermen sind nach den Monatskarten des Internationalen Rates für Meeresforschung ergänzt.
- b) Einzelne Sestonwerte und ihre Komponenten.  
Die zugehörigen Positionen findet man senkrecht über den Triptonsäulen in Abb. 6a. Die Buchstaben am Planktonteil bezeichnen die wesentlich das Gewicht bestimmenden Organismen: D: Diatomeen, P: Peridineen, C: Ciliaten, M: Metazoen. Die Reihenfolge, von oben nach unten, entspricht der Größe der Anteile am Planktongewicht.

Küste, die den bei Island gefundenen etwa entsprechen dürften. Vor der genauen Analyse urteilen die Bearbeiter nach der grauen Färbung der Grönland-Proben, daß der hohe Sestongehalt vornehmlich vom Tripton bestimmt wird, das aus dem abschmelzenden Eis frei geworden ist und dann absinkt. Durch nach Süden setzende Strömungen und Vermischungsvorgänge ist das mit diesen Teilchen angereicherte Wasser wahrscheinlich noch 500 km südlich von Kap Farvel zu finden. Im Wasser ohne solchen Landeinfluß, wie es von dort bis zur Flämischen Kappe angetroffen wurde, dürfte der Sestongehalt ganz auf das Plankton und seine Folgeprodukte zurückzuführen sein. In der Deckschicht wurden Mittelwerte von 0,14 (April) und 0,16 mg/l (September) bestimmt; in über 1000 m Tiefe ergaben sich Mittel von nur 0,03 und 0,06 mg/l Seston.

Ähnlich niedrige Werte wurden 1953/54 bei Island nur im atlantischen Tiefenwasser südlich der Insel gefunden. Die Deckschicht war auch in den vom Land entfernter liegenden Proben auf dem Reiseweg meistens wesentlich sestonreicher (vergl. Abb. 1, 2, 4, 6). Der direkte Landeinfluß mit terrigenem Tripton dürfte in der Nähe der passierten felsigen Inseln tatsächlich nur gering sein. Dafür werden die Bodenkonfiguration und Verwirbelungen beim Zusammentreffen kalter und warmer Strömungen für eine Eutrophierung durch Tiefenwasser sorgen; als deren Folge wird dann ein erhöhter Detritusgehalt auftreten.

Nur an der Oberfläche der mittleren und nördlichen Nordsee wurden bei den Überquerungen im Mai und Juni 1953 und 1954 ziemlich regelmäßig Sestongehalte um 0,1 mg/l gefunden, da hier der Kontakt mit dem nährstoffhaltigen Tiefenwasser durch eine (Temperatur-)Sperrschicht unterbunden wird.

Bei solchen Vergleichen muß darauf hingewiesen werden, daß durch Oberflächenproben vom Sestongehalt kein sicherer Wert erhalten werden kann: das Phytoplankton-Maximum liegt gewöhnlich tiefer, und von den größeren Zooplanktern ist nur nachts ein Teil an der Oberfläche zu erwarten.

Das Vorkommen des Planktons und Triptons in Wolken, so wie wir es besonders in Vermischungsgebieten erwarten müssen, verringert den Wert von Einzelproben. Ein kontinuierlicher Sestonsammler, analog dem Plankton Recorder (HARDY 1939), ist noch nicht entwickelt!

Dafür hat man aber erfolgreich versucht, den Sestongehalt mit Trübungsmessungen und so mit registrierenden Geräten in Verbindung zu bringen (JOSEPH 1953, JONES & WILLS 1956). Die gefundene Beziehung ändert sich mit der Natur des Sestons und muß daher häufig geprüft werden.

In Gebieten ohne Landeinfluß, in denen die Trübung nur vom Plankton und seinen Abbauprodukten bestimmt wird, kann man diesen Zusammenhang auswerten: so konnte GILLBRICHT (1959) die Ergebnisse aus Planktonzählungen durch die Trübungsmessungen von JOSEPH (1959) wesentlich erweitern.

Eine positive Korrelation zwischen Plankton- und Triptongehalt wurde auch in den 1954 bei Island bearbeiteten Proben gefunden (HAGMEIER 1961, S. 44).

Zur Untersuchung des Triptons konnten in dieser Arbeit nicht viel mehr als Schätzungen des Trockengewichts beigetragen werden. Inzwischen ist es aber über die Mikro-Photographie (KREY 1961a) möglich, auch dieses Glied im Stoffkreislauf des Meeres genauer zu studieren.

## Literaturverzeichnis

- BRAARUD, T., GAARDER, K. R. & GRØNTVED, I. (1953): The phytoplankton of the North Sea and adjacent waters in May 1948. Rapp. et Proc.-Verb. 133, 1—87. — CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL pour l'Exploration de la Mer (1953—1954): Surface water temperature and salinity, wind and current. Monthly mean charts. Kopenhagen. — DIETRICH, G., (1957): Schichtung und Zirkulation in der Irminger See im Juni 1955. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch. N. F. 14, 255—312. — GILLBRICHT, M. (1952): Untersuchungen zur Produktionsbiologie des Planktons in der Kieler Bucht. I. Kieler Meeresforsch. 8, 173—191. — GILLBRICHT, M. (1959): Die Planktonverteilung in der Irminger See im Juni 1955. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., N. F. 15, 260—275. — HAGMEIER, E. (1960): Untersuchungen über die Menge und die Zusammensetzung von Seston und Plankton. Dissertation, Kiel. — HAGMEIER, E. (1961): Plankton-Äquivalente. Kieler Meeresforsch., 17, 32—47. — HARDY, A. C. (1939): Ecological investigations with the Continuous Plankton Recorder: Object, plan, and methods. Hull Bull. Mar. Ecol. 1, 1—57. — HENTSCHEL, E. (1936): Über das Winterplankton im Süden von Island. Rapp. et Proc.-Verb. 99, 1—33. — JONES, E. & WILLS, M. S. (1956): The attenuation of light in sea and estuarine waters in relation to the concentration of suspended solid matter. Journ. Mar. Biol. Assoc. U.K. 35, 431—444. — JOSEPH, J. (1953): Die Trübungsverhältnisse in der südwestlichen Nordsee während der „Gauß“-Fahrt im Februar—März 1952. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., N. F., 13, 93—103. JOSEPH, J. (1959): Die Trübungsverhältnisse in der Irminger See im Juni 1955 und ihre hydrographischen Ursachen. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., N. F., 15, 238—259. — KALLE, K. (1934): Meereskundliche Untersuchungen mit Hilfe des Zeiss'schen Pulfrich-Photometers. 3) Die Phosphatgehaltsbestimmung. Ann. Hydr. u. Marit. Meteorol. 62, 65—74, 95—102. — KALLE, K. (1935): Meereskundliche Untersuchungen mit Hilfe des Zeiss'schen Pulfrich-Photometers. 4) Einfluß chemischer Stoffe auf die Phosphatgehaltsbestimmung. Ann. Hydr. u. marit. Meteorol. 63, 58—65. — KREY, J. (1939): Die Bestimmung des Chlorophylls in Meerwasser-Schöpfproben. J. Cons. Intern. Explor. Mer, 14, 201—209. — KREY, J. (1949): Über Art und Menge des Sestons im Meer. Verh. Dtsch. Zoologen in Mainz, 1949 (46). — KREY, J. (1950): Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Planktons. Kieler Meeresforsch., 7, 58—75. — KREY, J. (1961a): Der Detritus im Meere. J. Cons. Intern. Explor. Mer, 26, 263—280. — KREY, J. (1961b): The vertical distribution of seston in the northern North Atlantic, as observed during the cruises of „Gauß“ and „Anton Dohrn“ in late winter and late summer of 1958. Cons. Intern. Explor. Mer, Rapp. et Proc.-Verb. 149, 194—199. — KREY, J., BANSE, K. & HAGMEIER, E. (1957): Über die Bestimmung von Eiweiß im Plankton mittels der Biuretreaktion. Kieler Meeresforsch., 13, 35—40. — KREY, J., HANTSCHMANN, D. & WELLERSHAUS, St. (1959): Der Sestongehalt entlang eines Schnittes von Kap Farvel bis zur Flämischen Kappe im April und September 1958. Dtsch. Hydrogr. Zeitschr., Ergänzungsheft Reihe B, Nr. 3, 73—81. — MARSHALL, P. T. (1958): Primary production in the Arctic. J. Cons. Intern. Explor. Mer, 23, 171—177. — MEYER, H. H. F. (1932): Die Chloritrierung. Wiss. Erg. Dtsch. Atl. Exped. 4, 262—298. — OSTENFELD, C. H. (1899): Plankton i 1898 Kjöbenhavn. Cit. nach GRAN, H. H. (1902): Das Plankton des norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten behandelt. Bergen, Rep. Norw. Mar. Fish. Invest., 2, 5. — SVERDRUP, H. U. (1953): On conditions for the vernal blooming of phytoplankton. J. Cons. Intern. Explor. Mer, 18, 287—295.