

Nr. 2a.

1912

Sitzungsbericht  
der  
Gesellschaft naturforschender Freunde  
zu Berlin

vom 13. Februar 1912.

Vorsitzender: Herr G. TORNIER.

---

Fräulein RH. ERDMANN sprach über experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Befruchtung und Fortpflanzung bei Protozoen, besonders bei *Amoeba diploidea*.

Herr F. LINDNER demonstrierte Pilzrosen-Kulturen.

Herr H. LOHMANN sprach über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee im Atlantischen Ozean während der Ausreise der „Deutschland“.

---

**Untersuchungen über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee im Atlantischen Ozean während der Ausreise der „Deutschland“.**

VON H. LOHMANN.

Vortrag, gehalten am 13. Februar 1912 in der Gesellschaft naturforschender Freunde Berlin.

(Hierzu 6 Figuren im Text und 1 Tafel.)

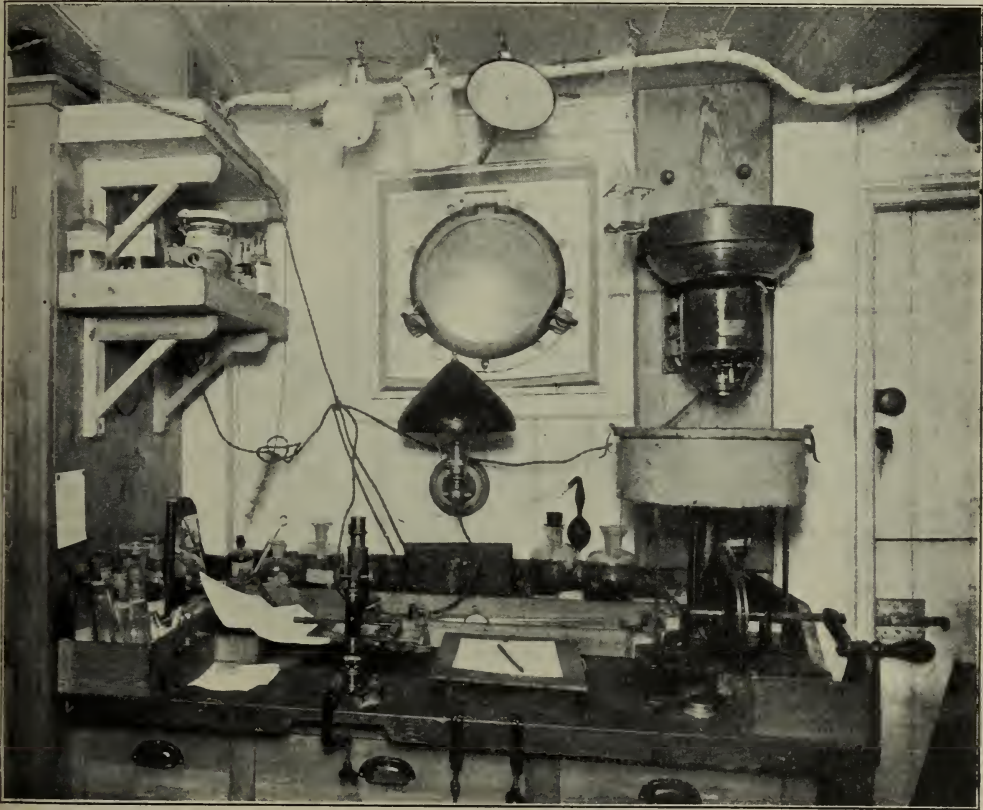
Am 7. Mai 1911 verließ die „Deutschland“ Bremerhaven, um ihre Ausreise zu der Deutschen Antarktischen Expedition anzutreten. Für die Fahrt bis Buenos Aires war eine Dauer von 4 Monaten angesetzt, damit während derselben ozeanographische und biologische Untersuchungen ausgeführt werden konnten. Erstere lagen in den Händen des Ozeanographen Herrn Dr. BRENNECKE, letztere hatte ich übernommen, nachdem ich mich bereit erklärt hatte, die Expedition bis Argentinien zu begleiten.

Entscheidend für die Ausrüstung mit Apparaten war die Überlegung, daß es bei einer so seltenen Gelegenheit darauf ankommen mußte, in irgendeiner Weise über die bisherigen Forschungen auf hoher See hinauszugehen und Gebiete des Meereslebens zu untersuchen, die bis dahin nahezu ganz unberücksichtigt geblieben waren. Als ein solches Gebiet drängte sich geradezu das Micro- und Nannonlankton auf, das auch den feinsten Netzen zum

größten Teile entgeht und, da es fast die gesamte Pflanzenwelt der Hochsee umfaßt, von fundamentaler Bedeutung für das Geschehen im Meere sein muß. Zur Gewinnung dieser zarten und kleinen Organismen waren in der Flachsee seit längerer Zeit brauchbare Methoden von mir ausgearbeitet; sie waren aber erst einmal von GRAN auf der Michael-Sars-Expedition im Nordatlantischen Ozean auf der Hochsee erprobt (1910), hatten sich hier gut bewährt und mußten nun systematisch und in möglichst vollkommenem Grade auf das ganze Atlantische Becken, soweit es von der „Deutschland“ durchfahren wurde, übertragen werden. Mein Plan war, eine möglichst dichte Reihe von Stationen zu machen und auf jeder Station eine volle Serie von Fängen aus verschiedenen Tiefen von 0—200, 400 und mehr m Tiefe zu untersuchen. Die Untersuchungen wurden so ausgeführt, daß mittelst der von den Hydrographen verwendeten Schöpfflaschen Wasserproben von  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  l aus 0, 50, 100, 200, 400 m und anderen Tiefen heraufgeholt und in Isolierflaschen aufbewahrt wurden. Von jeder Probe wurden 300 ccm mit einer elektrischen, sehr leistungsfähigen Zentrifuge zentrifugiert, das Sediment unter das Mikroskop gebracht und hier quantitativ auf seinen Gehalt an Organismen geprüft. So erhielt ich von jeder Station ein ganz klares Bild der vertikalen Verbreitung der Pflanzen und Tiere, soweit sie in diesen kleinen Wasserproben enthalten waren, und zugleich eine genaue Kenntnis von der horizontalen Verteilung des Zentrifugenplanktons in dem ganzen Gebiete unserer Fahrtlinie. Es gelang mir, 41 Serien mit 226 Fängen zu erhalten, die sämtlich an den Fangtagen sofort verarbeitet wurden. Diese Arbeit nahm meine Zeit sehr in Anspruch, da die Untersuchung einer jeden Wasserprobe 1 bis 2 Stunden erforderte, ungerechnet der Zeit, die auf Untersuchung und Zeichnung zweifelhafter und neuer Formen verwendet werden mußte. Soweit sich bisher übersehen läßt, hat sich die Mühe durchaus belohnt gemacht durch die interessanten Ergebnisse, die gerade die Untersuchung der Zentrifugensedimente gehabt hat.

In Fig. 1 ist mein Arbeitstisch im Laboratorium der „Deutschland“ wiedergegeben. Rechts ist der Eingang, links ein Wandschrank zur Unterbringung der Fänge, Reserve-Netze, Watte, Filtrierpapiere usw. Der Tisch selbst enthält rechts und links je drei tiefe Auszüge, die die Vorräte an Gläsern und Korken aufnehmen. An der linken Seite ist die Seitenwand des Wandschranks mit Borten versehen, auf denen die Konservierungsflüssigkeiten und andere Chemikalien aufgestellt waren. Die Wand vor dem Tisch ist von einem Bulleye durchbrochen, das aber zu hoch war, um hinreichend

Licht zu spenden, und lediglich zur Lüftung diente. Die Beleuchtung wurde durch eine elektrische Lampe geliefert, was den Vorzug hatte, jederzeit gleiches und völlig ruhiges Licht zur Verfügung zu haben. Rechts oben an derselben Wand ist die elektrische Zentrifuge befestigt, mit der alle Untersuchungen ausgeführt wurden.



**Fig. 1. Biologischer Arbeitsplatz im Laboratorium der „Deutschland“.**  
(Beschreibung siehe im Text.)

Die Zentrifugengläser hängen neben ihr unter der Decke in Gesellschaft von Trichtern und Litergefäßen. Eine Reserve-Zentrifuge mit Handbetrieb ist rechts auf dem Tische festgeschroben, kam aber nicht zur Verwendung. Der Rand des Tisches ist links, hinten und rechts mit niedrigen, schmalen Fächern versehen, in denen Flaschen, Pipetten, Nadeln, Objektträger, Deckgläser usw. sicher verstaut werden konnten. Das Mikroskop war durch eine Klemmschraube

am Tische festgehalten; ebenso wurde das Zeichenbrett gesichert. Wurde der Tisch nicht zum Mikroskopieren benutzt, so konnte am vorderen Rande eine Schlingerleiste eingesetzt werden, die verhinderte, daß Bücher, Journale, Gläser und sonstige Utensilien durch den Seegang herabgeworfen wurden. Das Mikroskop wurde stets eingeschlossen, wenn es nicht gebraucht wurde. Auf dem Objektisch des Mikroskopes ist der kleine ZWICKERT'sche Zähl Tisch angebracht, auf dem alle quantitativen Analysen an Bord ausgeführt wurden. Die Einrichtung hat sich gut bewährt; nur würde ich die elektrische Zentrifuge an einer Wand anbringen, die nicht mit dem Mikroskopierplatz in Berührung steht, da die Erschütterungen während des Zentrifugierens sich auf den Tisch übertragen und natürlich das Mikroskopieren für diese Zeit unmöglich machen.

Zum Beobachten lebender Tiere und zum Ausschuchen von Netzfängen hatte ich auch einen frei aufstellbaren Tisch mir machen lassen, um außerhalb des Laboratoriums, das hierfür zu dunkel war, arbeiten zu können. Der Tisch hat uns sehr gute Dienste getan und wurde auch sehr viel benutzt, er war aber zu schwer transportabel. Ich halte daher jetzt einen möglichst leichten, überall bequem aufstellbaren, ganz einfachen Tisch für zweckmäßiger.

Außerdem wurde mit Müllergazenetzen (offene und Schließnetze) und Helgoländer Brutnetzen gefischt und ein 200 m langer Schlauch benutzt, um eine vertikale Wassersäule von ca. 100 l an Bord zu heben und hier durch Papierfilter zu filtrieren. Unter den Müllergazenetzen befand sich auch das erste Exemplar eines ganz neuen von HENSEN ersonnenen Netztypus „das Ringnetz“, das sich sehr gut bewährte. Im ganzen wurden über 150 Netzfänge gemacht und bis zu einer Tiefe von 1500 m hinabgegangen.

Unabhängig von den Stationen, an denen zugleich hydrographisch gearbeitet wurde, wurden 3 mal täglich Beobachtungen angestellt, um Oberflächenplankton (mit APSTEIN'schen Planktonröhren vom fahrenden Schiff aus) und alles, was an größeren Tieren und treibenden Pflanzen auf dem Meere sich sehen ließ, sowie die Vögel der Hochsee in ihrem Auftreten zu verfolgen.

Die Netzfänge müssen erst näher untersucht werden, ehe über ihre Ergebnisse berichtet werden kann. Dagegen kann ich hier bereits über die Resultate der Zentrifugierungen sowie der täglichen Beobachtungen einige Mitteilungen machen.

Die nebenstehende Karte (Fig. 2) zeigt ohne weiteres den Verlauf der Fahrt. Zwischen dem Kanal und den Azoren wurde die Golfstromtrift durchschnitten, auf den Azoren in Ponta Delgada 8 Tage Station gemacht und dann im Kanarienstrom südwärts ge-

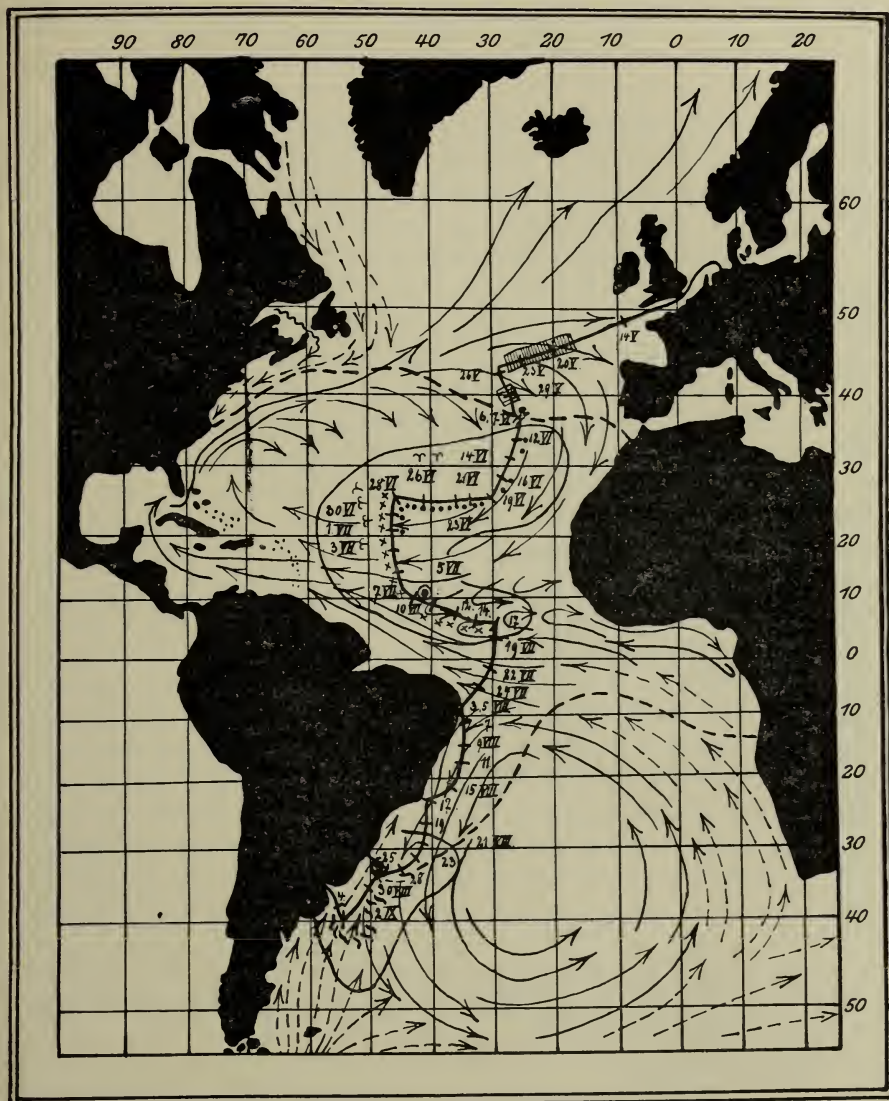


Fig. 2. Atlantischer Ozean mit den Strömungen, der Fahrtlinie der „Deutschland“ und Eintragungen, die das Vorkommen größerer Organismen betreffen.

---> Kalte Ströme, —> Warme Ströme, ~~~~~> Flußwasser.

▣ Vorkommen toter Nerophis. ... Vorkommen von Golfkraut. XXX Gebiet, in dem Trichodesmium sehr häufig war. γ Vorkommen des Tropikvogels in dem durch eine Linie umgrenzten vogelarmen Gebiet der Nordhemisphäre. ⊙ Stelle im Guineastrom, an der der Salpenschwarm beobachtet wurde und das Meer durch Trichodesmium verfärbt war (9. VII. 11). } Vorkommen von treibender Macrocyctis; durch eine Linie umzogen ist das südatlantische Gebiet unserer Fahrtlinie, in dem die Kaptabe vorkam. ⊙ Stelle, an der Tiefseefische und Tiefseekrebse bei abnormem Wechsel der Wasserfarbe an der Meeresoberfläche vorkamen. — Die Daten und die Querstriche in der Fahrtlinie geben die Stationen an, in denen vom ruhenden Schiff aus gearbeitet und zentrifugiert wurde. — Die durchbrochenen Linien, welche im Norden und im Süden den Ozean durchqueren, geben die Verbreitung der fliegenden Fische im Nordsommer und Südwinter an (nach SCHOTT).

fahren, um am Nordrande des Nordostpassates westwärts in die Sargasso-See zu steuern. Vom 45. Längengrade ab wurde in südlicher Richtung der Nordäquatorialstrom durchquert und das Ursprungsgebiet des Guineastromes schräg durchfahren. Auf dem letzten Abschnitt dieser Fahrt, von den Azoren nach Pernambuco, wurde auf dem St.-Pauls-Felsen eine Landung ausgeführt, die aber wegen der hereinbrechenden Dunkelheit nicht einmal eine Stunde währte, und dann der Südäquatorialstrom quer durchschnitten. Nach einer Woche Rast in Recife wurde die Fahrt im Brasilstrom weiter fortgesetzt, bei Kap Frio bis dicht an den Küstenabfall herangegangen und an der La Plata-Mündung vorbei bis zum 40.° südl. Breite nach Süden vorgedrungen, um das kalte Wasser des Falklandstromes noch zu treffen. Am 2. September wurde der südlichste Punkt erreicht und dann auf Buenos Aires Kurs genommen, wo die „Deutschland“ am 7. September vor Anker ging.

Für die biologischen Untersuchungen waren vor allem 2 Eigenschaften der Fahrtlinie von Bedeutung. Einmal durchschnitt sie im Norden wie im Süden die Mischgebiete des kalten und warmen Wassers, dort die Golftrift, hier die Ausläufer des Falklandstromes im Südteil des Brasilstromes, und war so geeignet, wenn der Ausdruck erlaubt ist, einen biologischen Längsschnitt durch den Atlantischen Ozean zu legen, der vom 50.° Grad nördl. bis zum 40.° südl. Breite reichte und das ganze Tropengebiet und die beiden kühlen Mischgebiete umfaßte. Dann aber gestattete sie einen Vergleich zwischen der Bevölkerung der Nordhemisphäre und der Südhemisphäre, wie er bisher noch nicht durchgeführt worden war. Von Wichtigkeit war ferner, daß der Brasilstrom und die Ausläufer des Falklandstromes überhaupt noch nicht genauer untersucht worden waren.

Was nun zunächst die täglichen Beobachtungen betrifft, so war eine der auffälligsten Erscheinungen die erstaunliche Armut an Vögeln in dem ganzen zentralen Gebiete des Nordatlantischen Ozeans.

Vom Kanal bis zu den Azoren waren, von 2 Tagen abgesehen, bei den Ausgucken stets Vögel wahrgenommen; und ebenso verging im Süden vom 14. August ab kein Tag, ohne daß Vögel gesehen wären. Kaum aber hatten wir die Azoren aus den Augen verloren, als alle Vögel vollständig verschwunden waren. Vom 10. bis zum 24. Juni wurde weder bei den Beobachtungen noch auch sonst von den übrigen Teilnehmern irgendein Vogel gesehen; vom 25. Juni bis zum 2. Juli erschienen fast täglich 1 oder 2 Tropikvögel, aber vom 3. bis 18. Juli ließ sich wiederum kein Vogel sehen. Kaum hatten wir jedoch das Gebiet des südäquatorialen Stromzirkels

betreten, als am 18. Juli die erste Sturmschwalbe sich sehen ließ, dann traten Töpel auf, die auf St. Paul nisten, und, je weiter wir südwärts fuhren, stieg die Zahl der Vögel anfangs nur sehr langsam (bis zum 13. August), dann aber immer schneller und schneller, bis wir in den Ausläufern des kalten Falklandstromes bis 100 Vögel während der Ausguckzeiten notieren konnten.

Nachstehende Übersicht zeigt die Verhältnisse sehr klar und läßt noch eine Reihe weiterer bemerkenswerter Tatsachen hervortreten.

#### Vorkommen der Hochseevögel nach den täglichen Ausguck-Beobachtungen.

	Nördliche Hemisphäre		Südliche Hemisphäre		
	1.	2.	3.	4.	5.
Meeresgebiete	Kanal bis Azoren (inkl.)	Azoren (exkl.) bis Südrand des Guinea-stromes	Südaqua-torialstrom und nördl. Brasilstrom	Südlicher Brasilstrom (ohne Macrocystis)	Ausläufer des Falkland-stromes
Datum	14. V. bis 9. VI. 1911	10. VI. bis 18. VII. 1911	19. VII. bis 13. VIII. 1911	14. VIII. bis 29. VIII. 1911	30. VIII. bis 4. IX. 1911
Zahl der Tage	18 Tage	39 Tage	20 Tage	16 Tage	6 Tage
Durchschnittszahl pro Tag . . .	5 Vögel	0,2 Vögel	0,5 Vögel	7 Vögel	48 Vögel
Minimalzahl pro Tag . . . . .	0 (an 2 Tg.)	0 (an 33 Tg.)	0 (an 8 Tg.)	1 (an 3 Tg.)	23 (an 1 Tg.)
Maximalzahl pro Tag . . . . .	13	2	2*)	17	97
Hauptformen der Hochseevögel	Oceanites	<b>Phaëton</b>	Oceanites <b>Phaëton</b> <b>Gyges</b> Anous Sula	Oceanites <b>Phaëton</b> Majaqueus Diomedea Daption	Majaqueus Diomedea Daption Oestrelata Spheniscus

Betrachten wir zunächst nur die Zahlen der beobachteten Vögel, so sind die rein tropischen Gebiete (2 und 3) am ärmsten (Durchschnitt 0,2 und 0,5 Vögel pro Tag, Maximum 2), die kühlen Gebiete (1 und 4) bereits bedeutend reicher (Durchschnitt 5 und 7 Vögel, Maximum 13 und 17), am reichsten aber ist das Gebiet der kalten Falklandstromausläufer (Durchschnitt 48 Vögel, Maximum 97). Die Übereinstimmung zwischen den entsprechenden Gebieten der Nord- und Süd-

\*) Auf St. Paul nisteten *Anous stolidus* und *Sula sula* in großer Menge und umflogen natürlich auch unser Schiff. Diese Vögel mußten hier natürlich außer acht gelassen werden, um so mehr, als sie durchaus auf die Felsen und deren nächste Umgebung beschränkt waren.

hemisphäre ist sehr bemerkenswert; doch ist letztere durchgehend etwas reicher als jene, was sich leicht daraus erklärt, daß unsere Fahrt im Süden sich mehr der Küste näherte als im Norden. Es ist sehr schade, daß wir nicht im Norden ebenfalls kalte polare Stromfäden passierten, und uns daher ein Vergleichsgebiet mit dem südlichsten und vogelreichsten Gebiete fehlt. Die Gegend bei der Neufundlandbank würde wahrscheinlich den besten Vergleich liefern, da hier der Labradorstrom auf den Golfstrom trifft; aber es liegen keine vergleichbaren Angaben vor. DAHL beobachtete auf der Planktonexpedition die Vögel dieses Gebietes Ende Juni 1889; die höchste von ihm angegebene Zahl ist 13 Vögel (29. VII. : 2—4 Fulmarus, 1—5 Thalassidroma, 1 anderer Vogel = 10 Vögel; 30. VII. : 1—4 Fulmarus, 2—7 Thalassidroma, 2 andere Vögel = 13 Vögel; 31. VII. : 2—7 Thalassidroma = 7 Vögel); es ist aber nicht zu ersehen, auf welche Weise diese Zahlen erhalten sind. Jedenfalls sind sie außerordentlich niedrig gegenüber meinen Zahlen aus dem Falklandstromgebiet. DAHL hebt als Vergleich zu dem offenen Ozean den Vogelreichtum der Nordsee und des Kattegat hervor und gibt für diese beiden Hochseegebiete auch die Zeitdauer der einzelnen Beobachtung an. Danach sah er im November in der Nordsee in der gleichen Zeit, für welche unsere Beobachtungen gelten, 19, und im Kattegat 36 Vögel. Natürlich handelt es sich hier außerdem durchgehend um Küstenvögel. Hiernach wäre also auf der Nordhemisphäre auch dieses Gebiet der Ausläufer polaren Wassers vogelärmer als der Süden.

Noch auffälliger tritt dies Übergewicht des Südens hervor, wenn man die Zusammensetzung der Vogelwelt betrachtet. In dem vogelarmen Tropengebiet brachte der Norden nur den Tropikvogel, der Süden aber 4 weitere Genera zur Beobachtung, obwohl der Aufenthalt dort fast doppelt so lange währte wie hier. Im kühlen Gebiete des Nordens war nur die Sturmschwalbe vertreten, im Süden traten außerdem 4 weitere Gattungen auf, die zum Teil noch den Tropen, zum Teil bereits dem kalten Gebiete entstammten. Im Falklandstrom endlich wurden mehr als 5 verschiedene Gattungen (in der Tabelle sind nur 5 genannt) gesehen, während DAHL aus dem entsprechenden nördlichen Gebiete nur 2 Gattungen anführt.

Die Hochsee der Südhemisphäre ernährt also eine zahlreichere und manigfaltigere Vogelwelt als die Nordhemisphäre des Atlantischen Ozeans und dies steht in Übereinstimmung mit der stärkeren Entwicklung, die die Hochsee in jener erfahren hat. Aus demselben Grunde wird auch abzuleiten sein, daß sowohl die fliegenden Fische (*Exocoetus*) wie die Wale (Pottwale, Butzköpfe u. a.) gleichfalls im



Süden ihre größte Häufigkeit erreichten, denn auch sie sind ausgesprochene Hochseetiere.

Das vogelarme Gebiet des Nordens umschließt zwei biologisch auch sonst sehr interessante Meeresabschnitte: die Sargasso-See und die Region der üppigsten Entfaltung von *Trichodesmium*.

Golfkraut wurde ganz vereinzelt schon nördlich der Azoren (27. VI.) treibend gefunden, trat aber häufiger erst südlich dieser Inselgruppe auf. Vom 12. bis zum 19. Juni wurde es an mehreren Tagen beobachtet, fehlte aber an anderen Tagen wieder ganz; vom 20. Juni bis zum 1. Juli war es unser ständiger Begleiter und am 28. Juni so häufig, daß bei den Ausguckbeobachtungen 650 Bündel notiert wurden, während sonst 1—45 Bündel gesehen waren. Von 2 zu 2 Tagen wurden für je  $\frac{3}{4}$  Stunden Beobachtungszeit notiert:

Tage	10./11. VI.	12./13.	14./15.	16./17.	18./19.	20./21.	22./23.	24./25.	26./27.	28./29.	30./1. VII.	2./3.
Zahl der Bündel pro $\frac{3}{4}$ Stunde	0	5	0	3	0	3	4	17	27	332	19	0

Die interessante Tierwelt, die auf und zwischen diesen Sargassum-Büschelein lebt, wurde eingehend studiert und so fleißig wie möglich gesammelt. Doch will ich hier nicht näher auf die Ergebnisse eingehen und nur erwähnen, daß auch ich die schon früher gemachte Beobachtung bestätigen konnte, daß *Exocoetus* im Gebiete des Sargassum nur sehr spärlich beobachtet wurde, während er im Nordäquatorial- und Guineastrom weit zahlreicher war. Velellen, Physalien und *Halobates* waren die häufigsten wirbellosen Tiere, die frei vom Kraut beobachtet wurden.

Im Nordäquatorialstrom und Guineastrom wurde dann *Trichodesmium*, das bereits im Sargassum-Gebiet aufgetreten war, so häufig, daß seine bündel- und büschelförmigen Kolonien das Wasser wie mit einem feinen Pulver erfüllten und in einigen Tagen inselartige Strecken vollständig gelb färbten. Verschiedene Diatomeen-Arten, ein kleiner Krebs und ein Polyp haben sich auf den schwebenden Kolonien dieser *Oscillarie* angesiedelt und bilden eine eigenartige Lebensgemeinschaft des Planktons, die noch näherer Untersuchung nach dem mitgebrachten Material bedarf. Am 9. Juli, als wiederum das Meer gelbe Verfärbung zeigte, wurde der einzige Tierschwarm beobachtet, dem wir auf unserer Fahrt begegnet sind. Er bestand aus etwa 3 cm großen Salpen mit dunkelbraunem Nucleus und himmelblauen Muskelbändern und Stolonen, die das Oberflächenwasser so dicht erfüllten, daß der Kätscher ohne Mühe Hunderte davon heraufholte. Die Position lag im Wurzelgebiet des Guineastromes und war durch Stromkabelungen ausgezeichnet.

Sehr interessant war es, das Schwinden der tropischen Formen und das Auftreten der Kühl- und Kaltwasserformen im südlichen Brasilstrom zu verfolgen.

Der letzte Exocoetus wurde am 18. August gesehen und am 19. traten große Mengen Diatomeen im Plankton auf, während zugleich die Wasserfarbe, die bis dahin 0 gewesen war, in 2 umschlug. Auch ging an diesem Tage die Temperatur des Oberflächenwassers zuerst unter 20° hinunter. Dies alles zeigte uns, daß wir aus den Tropen in das kühle Gebiet eingetreten waren. Veellen, Physalien, Janthinen und andere Macroplanktonten des warmen Wassers kamen noch bis zum 28. und 29. August vor; am 27. wurde sogar noch eine große Zahl von 5—10 cm langen Salpen, Veilchenschnecken und Segelquallen beobachtet, aber vom 30. August ab waren diese Formen zugleich mit dem Auftreten der langen, braunen Bänder des Riesentanges (*Macrocystis*) vollständig geschwunden. Wir befanden uns in den Ausläufern des Falklandstromes; die Zahl der Hochseevögel erreichte ihr Maximum; Östrelata und Pinguine und große Schwärme von *Orca gladiator* erschienen. In dem Mischgebiete von Falklandstrom- und Brasilstromwasser war der Wechsel der Wasserfarbe (an einem Tage von 0—6, 27. VIII.) außerordentlich stark, wie das bei der Begegnung kalten und warmen Wassers zu sein pflegt; zugleich aber wurden echte Tiefseefische und Tiefseekrebse (1 schwarzes Gonostoma und 1 roter Sergestes) an der Oberfläche gekätschert, als ein Zeichen, wie starke Wasserverlagerungen in solchen Gebieten vorkommen.

Zum Schluß mag noch eine sehr merkwürdige Beobachtung erwähnt werden, die gleich zu Anfang der Fahrt in dem Gebiete kühlen Wassers nördlich der Azoren gemacht wurde. Hier traten in der Zeit vom 18. bis 24. und vom 28. bis 29. Mai Seenadeln (*Nerophis*) in erheblicher Zahl im Meere treibend auf. Als mit dem Kätscher Tiere gefangen wurden, zeigte sich, daß der größte Teil derselben tot war, und zwar stellte sich das Verhältnis der lebenden zu den toten *Nerophis* folgendermaßen:

In dreimal 1/4 Stunde	14. V.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30. V.
Nerophis lebend	—	—	—	—	—	—	26	13	—	—	—	—	—	—	—	5	—
Nerophis tot	—	—	—	—	(v)	9	65	37	30	16	5	—	—	—	4	18	—
Prozentsatz der lebenden	—	—	—	—	?	?	29	26	?	?	?	—	—	—	?	22	—

Die toten Exemplare zeigten keine äußerlich wahrnehmbaren Todesursachen; doch waren sie verfärbt. Alle Seenadeln waren ausgebildete Tiere; junge Individuen, wie sie unter den *Sygnathus* in der Sargasso-See häufig gefunden wurden, kamen hier gar nicht vor. Ein Delphin, der am 29. Mai harpuniert wurde und  $2\frac{1}{2}$  m lang war, hatte Magen und Darm mit Seenadeln und Resten davon erfüllt. Im Magen allein fand Dr. KOHL 90 Seenadeln. Zunächst war der Eindruck dieser enormen Menge toter Fische der, daß eine Epidemie unter den *Nerophis* ausgebrochen sei. Die beiden Strecken, die wir durchfuhren, gehörten, wie der nahezu gleiche Prozentsatz der Lebenden zeigt, ein und derselben Masse an, aus der aber unser Schiff auf den weit westlich gelegenen Stationen vom 25.—27. Mai herausgeriet, um bei der Kursänderung nach Südosten am 28. und 29. wieder hineinzugeraten. Wir waren also an 9 Tagen fortgesetzt durch diese Massen gefahren. Ob hier wirklich eine Erkrankung vorgelegen hat oder aber von der Küste mit Kraut fortgetriebene *Nerophis* nach dem Untergange der Algen, die den schlechten Schwimmern als Halt dienen, verhungerten, vermag ich nicht zu entscheiden. Vielleicht gibt eine Untersuchung der konservierten Tiere darüber noch Aufschluß. Es wäre interessant zu wissen, ob derartiges häufiger beobachtet wird. BRANDT schreibt (Ergebnisse der Plankton-Expedition, Reisebeschreibung, BRANDT, Über Anpassungserscheinungen usw., p. 347): „Die Seenadeln werden durch den Reibungswiderstand, den sie dem Wasser entgegensetzen und zugleich durch ihre Schwimmblase befähigt, regungslos an der Oberfläche zu treiben.“ Es wird sich daher empfehlen, in jedem Falle, wo derartiges beobachtet wird, zu prüfen, ob diese Individuen nicht tot sind, da sonst solche merkwürdigen Vorkommnisse wie das vorliegende der Beobachtung ganz entgehen können.

Von den Stationsbeobachtungen sollen hier nur einige der interessanteren Ergebnisse der Zentrifugierungen besprochen werden, da die Netz- und Schlauchfänge noch nicht verarbeitet sind.

Bei den kleinen Wasserproben, die zentrifugiert wurden, können natürlich nur die häufigeren Organismen erbeutet werden, und so kommt es, daß in den Zentrifugenfängen wesentlich nur die einzelligen Pflanzen und Tiere enthalten sind, während von den Gewebetieren nur einige wenige Copepoden, Appendicularien und andere Tiere mitgefangen wurden. Wir erhalten also durch die Zentrifuge vorwiegend ein Bild von der Verbreitung der Planktonpflanzen und der häufigsten Protozoen. Wie jeder andere Fangapparat liefert auch die Zentrifuge uns nur ein Teilplankton, nicht das Gesamtplankton.

Das letztere kann nur erforscht werden durch die Kombination von verschiedenen Apparaten (Zentrifuge, Filter, Netze). Da die Zentrifuge aber die Planktonpflanzen so vollkommen fängt wie kein anderer uns bisher zur Verfügung stehender Apparat, von diesen aber die Produktion aller organischen Substanz im Meere ausgeht, so sind diese Fänge von sehr großer Bedeutung und besonders geeignet zur Untersuchung allgemein planktologischer Fragen.

Beistehende Karte (Fig. 3) zeigt nun die Planktonmenge, welche mit der Zentrifuge auf jeder Station gewonnen wurde, und zwar ist aus jeder Serie von Fängen, die an einem Tage aus verschiedenen Wasserschichten analysiert wurden, der Durchschnittsgehalt von 1 l Wasser aus der vertikalen Wassersäule von 0—200 m Tiefe berechnet und in Gestalt einer Ordinate auf der Fahrtlinie eingetragen. Die durch Verbindung der Nachbarwerte erhaltene Kurve gibt also die Schwankungen wieder, denen der Planktongehalt der oberen 200 m während unserer Fahrt unterworfen gewesen ist.

Es zeigt sich nun sofort, daß der ganze mittlere Teil der Fahrt von den Azoren ab bis etwa zum 25° südl. Breite in der Höhe von Rio de Janeiro durch ganz schwach besiedeltes Gebiet gegangen ist, während sie nördlich und südlich dieser beiden Punkte in dicht bewohnte Wassermassen eintrat. Jenes arme Gebiet entspricht den Tropen, diese reichen Gebiete dem kühlen Mischwasser polarer und warmer Meeresströme. In den Tropen sind die Schwankungen des Planktongehaltes sehr unbedeutend, die Kurve hat im allgemeinen die Gestalt eines Bandes; in den kühlen Gebieten hingegen wechseln steile Erhebungen und tiefe Senkungen schnell miteinander, als Ausdruck räumlich begrenzter starker Planktonwucherungen.

In Kurve 1 auf Tafel I ist die Fahrtlinie zu einer geraden Linie ausgezogen und von 10 zu 10 Breitengraden in gleiche Abschnitte zerlegt; aus den Stationsfängen, die innerhalb ein und desselben Zehngradfeldes liegen, ist der Durchschnittsgehalt von 1 l (der Wassersäule von 0—200 m Tiefe) berechnet und auf einer Ordinate abgetragen. Gleichzeitig wurde für jede einzelne Organismengruppe die Individuenzahl festgestellt und so die Zusammensetzung des Planktons aus Diatomeen, Peridineen usw. angegeben. Links liegt Norden, rechts Süden, der Äquator ist durch eine doppelte Linie gekennzeichnet. Bei dieser Darstellung fallen alle nebensächlichen Schwankungen fort und es kommt nur der allgemeine Gang der Planktonentwicklung zum Ausdruck. Deutlich tritt wieder das Ansteigen der Planktonmenge mit zunehmender Breite und der niedere Organismengehalt des tropischen Wassers hervor. Innerhalb der

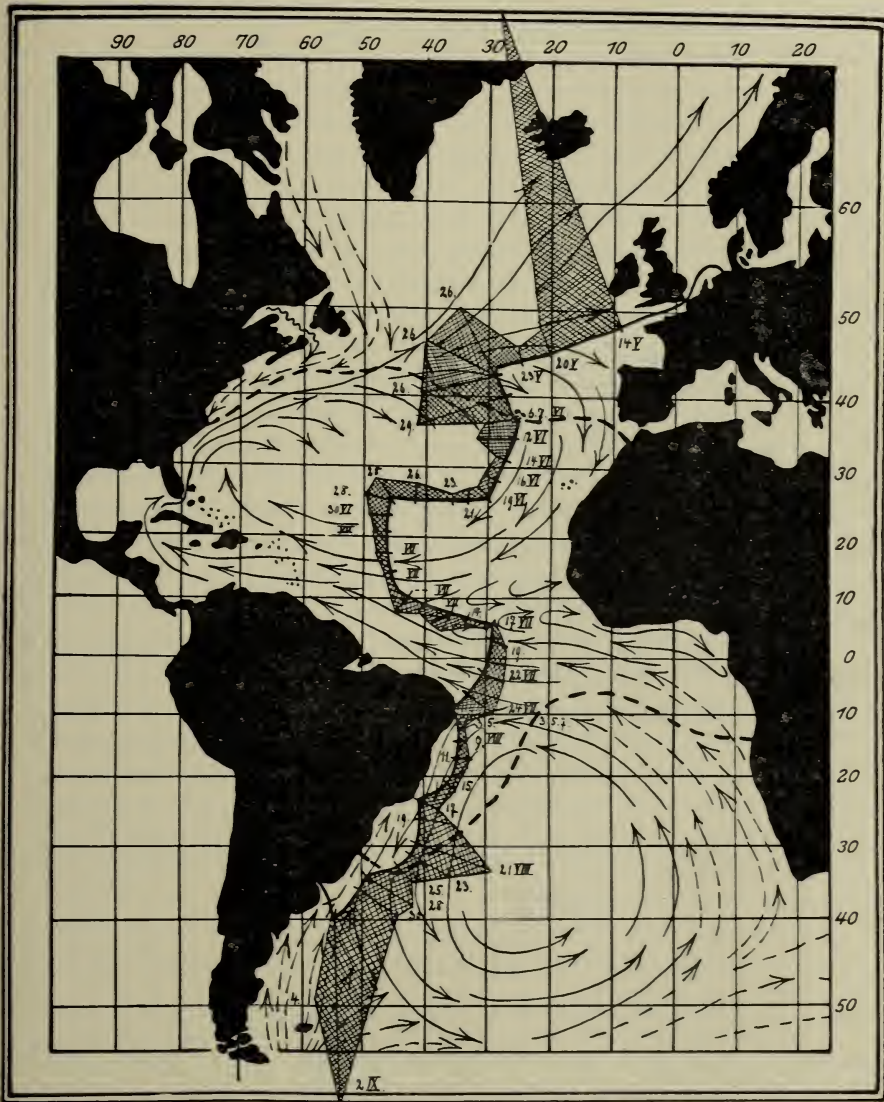


Fig. 3. Atlantischer Ozean mit den Strömungen und der Fahrtlinie, auf der die Menge des in 1 l mittels Zentrifugierung nachgewiesenen Planktons kurvenmäßig abgetragen ist.

An jeder Station ist eine Ordinate gezogen, deren Länge proportional der Zahl von Planktonorganismen wächst oder abnimmt, die durchschnittlich in 1 l Wasser und einer vertikalen Wassersäule von 0—200 m Tiefe enthalten waren. Die schraffierte Fläche zeigt also in dem Auf- und Niedergehen ihres Außenrandes das Steigen und Sinken der Bevölkerungsdichte des durchfahrenen Meeresgebietes an. — Die Zusammensetzung der Bevölkerung aus verschiedenen Pflanzengruppen und Protozoen zeigt Kurve 1 auf Tafel I.

Tropen erfolgt nur eine Hebung zwischen 0 und 10° südl. Breite; sie entspricht der Durchquerung des Südäquatorialstromes, der auch auf der Fahrt der „National“ in dieser Gegend durch besonderen Reichtum ausgezeichnet war; doch sieht man zugleich, wie wenig dieses Anwachsen der Planktonmenge für den ganzen Kurvenverlauf besagt. Am ärmsten war das Gebiet zwischen 10 und 20° südl. Breite oder der nördliche Teil des Brasilstromes, der auch bei den Netz- und Kätscherfängen durch seine große Armut auffiel. Im kühlen Gebiete beider Hemisphären beteiligen sich die gleichen 6 Organismengruppen an der Zusammensetzung des Planktons, aber ihre Entwicklung ist im Norden eine andere als im Süden. Dort befinden sich die Diatomeen in stärkster Wucherung und auch Peridineen, Coccolithophoriden und Protozoen sind in großer Zahl vertreten, während Phaeocystis und nackte Phytoflagellaten ganz zurücktreten. Hier dominieren die nackten Phytoflagellaten, die Diatomeen beginnen zu wuchern; Peridineen aber und Coccolithophoriden, Phaeocystis und Protozoen sind schwach vertreten. Diese Differenzen werden im wesentlichen nichts anderes als der Ausdruck jahreszeitlicher Verschiedenheiten sein; im Norden waren wir in der 2. Hälfte des Mai, im Süden im Ende August und Anfang September, was etwa Ende Februar und Anfang März der Nordhemisphäre entspricht. In den Tropen gewinnt neben den Peridineen und Coccolithophoriden nur noch Trichodesmium vorübergehend Bedeutung, zur Zeit unserer Fahrt ausschließlich nördlich des Äquators und vor allem im Guineastrom. Die Diatomeen, die hier in geringer Anzahl auftreten, sind zum großen Teil Formen, die mit Trichodesmium vergesellschaftet vorkommen und auf den Bündeln und Büscheln derselben wachsen.

Berechnet man den Durchschnittsgehalt für die beiden kühlen Gebiete und für die Tropen, so erhält man folgende kleine Tabelle:

Gehalt der Wassersäule von 0—200 m Tiefe pro 1 l.

1. Ganzes Gebiet			2. Kühle Gebiete			3. Tropengebiet			4. Verhältnis v. 2:3		
Maxim.	Minim.	D.	Maxim.	Minim.	D.	Maxim.	Minim.	D.	Maxim.	Minim.	D.
26 000	600	2900	26 000	800	6700	3700	600	1350	7	1,3	5
Max. : Min. = 43			Max. : Min. = 33			Max. : Min. = 6					

Es sind also die Tropen durchschnittlich 5mal ärmer bevölkert als die kühlen Gebiete und zugleich sind die Schwankungen der Bevölkerungsdichte in den Tropen 5mal kleiner als dort. Dieser Wert würde wahrscheinlich noch kleiner werden, wenn wir einen Jahresdurchschnitt für beide Ge-

biete berechnen könnten. In den Tropen freilich dürfte keine große Änderung dadurch herbeigeführt werden; aber in den kühlen Gebieten wechseln Wucherungsperioden mit armen Perioden ab und auf unserer Fahrt haben wir jedenfalls im Norden eine starke Diatomeenwucherung getroffen. Sehr groß erscheint aber schon der von uns gefundene Wert nicht, vor allem wenn man bedenkt, daß voraussichtlich die Produktion neuer Zellen in dem warmen Wasser schneller ablaufen wird als im kühlen Wasser und dadurch im Laufe des Jahres dieser Unterschied gegenüber dem kühlen Gebiet leicht ausgeglichen werden kann. Dies wird noch einleuchtender, wenn wir jetzt mit den für die Hochsee gefundenen Werten diejenigen Zahlen vergleichen, die mit denselben Methoden in der Flachsee erhalten wurden.

In der westlichen Ostsee am Ausgange des Kieler Hafens vor Laboe fand ich im Jahresdurchschnitt in 1 l der Wassersäule von 0—15 m Tiefe 800 000 Planktonten. Das Meer hatte hier nur eine Tiefe von 15 m, so daß jene Zahl für die ganze produzierende Wassersäule zugleich gilt und mit ihr die Bevölkerung der 200 m-Schicht der Hochsee zu vergleichen sein würde. Nach HENSEN'S Vorgange habe ich die Vergleichswerte auf gleiche Oberflächen berechnet, und zwar auf 1 qu dcm. oder 0,01 qm.

In der ganzen Wassersäule:	Unter 0,01 qm Meeresfläche					
	Flachsee (Laboe) 1905—1906	Hochsee (Atlantischer Ozean) 1911		Tropen		
	Jahres-durchschn.	Ärmster Monat	Reichster Monat	Kühles Gebiet, Nord.	Kühles Gebiet, Süd.	
1. Zahl aller Planktonten	120 000 000	(12 000 000)	(420 000 000)	19 000 000	10 000 000	2 500 000
2. Zahl für die Tropen = 1 gesetzt	48	(4,8)	(168)	7,6	4	1
3. Zahlen von 2 abgerundet	50	—	—	10	5	1

Die Menge der unter gleicher Meeresfläche nachgewiesenen Planktonten ist also in der Flachsee durchschnittlich 5—10 mal größer als im kühlen Ozeanwasser und 50 mal höher als in den Tropen. Dabei sind aber die jahreszeitlichen Schwankungen in der Flachsee so enorm, daß das kleinste Monatsmittel (Dezember) auf  $\frac{1}{10}$  des Jahresdurchschnittes hinabgeht, das höchste Monatsmittel aber das Dreifache desselben bildet. Gegenüber diesen Schwankungen innerhalb der Flachsee erscheinen die Differenzen zwischen den kühlen Gebieten der Hochsee und der Tropen ganz unbedeutend.

Vergleicht man aber nicht gleiche Meeresflächen, sondern gleiche Wassermengen miteinander, so kann man natürlich nur Wassermengen gleicher Höhenlage in Parallele stellen und nur die obersten Schichten vergleichen. Dann erhält man folgende Werte:

In 1 l:	In 1 l der obersten 15 m-Schicht					
	Flachsee (Laboe) 1905—1906			Hochsee (Atlantischer Ozean) 1911		
	Jahres- durchschn.	Ärmster Monat	Reichster Monat	Kühles Ge- biet, Nord.	Kühles Ge- biet, Süd.	Tropen
1. Zahl aller Plank- tonten	800 000	(80 000)	(2 800 000)	25 000	20 000	2500
2. Zahl für die Tropen = 1	320	(32)	(1120)	10	8	1
3. Zahlen von 2 ab- gerundet	500	—	—	10	10	1

Hier ist die Armut der Tropen besonders auffallend, weil nur die oberflächlichen Schichten des Meeres in Vergleich gezogen werden. Selbst der ärmste Monat der Flachsee ist noch 50mal dichter bevölkert als die Tropen und 5 mal reicher als die kühlen Gebiete. Nehmen wir nur die Zahlen für den Jahresdurchschnitt der Flachsee, beide kühlen Ozeangebiete und die Tropen, so stellen sich die Verhältnisse wie folgt:

Wert für die Tropen = 1 gesetzt	Flachsee		Hochsee	
	Westl.	Ostsee	kühles Gebiet	Tropen
1. Unter gleicher Oberfläche . . .	50		5	1
2. In 1 l der oberen 15 m . . . .	500		10	1
3. Nitrat und Nitrit in 1 l Meeres- wasser (in mg)* . . . . .	Jahresmittel 0,13		0,13—0,20 **)	0,10

Die Flachsee ist also ungemein viel reicher bevölkert als der Ozean; im Ozean sind wiederum die Tropen ärmer als die kühlen Gebiete, doch ist der Abstand der beiden Ozeangebiete voneinander kleiner als der zwischen Flachsee und Ozean, und jener Abstand würde noch erheblich kleiner werden, wenn wir dem Jahresdurchschnitt der Flachsee auch Jahresdurchschnitte der Ozeangebiete gegenüberstellen könnten.

Der Reichtum der Flachsee bringt die große Bedeutung der Küste für die Zufuhr von Nährstoffen und den Einfluß der steten Durchmischung aller Wasserschichten für die Ausnutzung derselben durch die Organismen mit großer Schärfe zum Ausdruck. Die Menge der im Wasser gelösten Stickstoffverbindungen ist jedoch in der Flachsee nicht höher als in den kühlen Gebieten der Hochsee\*) und zeigt auch innerhalb der Küstenmeere keine deutliche Beziehung zu dem Planktongehalt des Wassers. Hier kommt daher sicher anderen Nahrungsquellen die Hauptbedeutung zu und ich möchte die Vermutung aussprechen, daß die Menge des Detritus einer der wichtigsten Faktoren ist. Seine Menge ist in den Küstenmeeren sehr groß und er spielt dort, wie Joh. PETERSEN'S bedeut-

\*) Vgl. GEBBING, Ergebnisse der Deutschen Südpolar-Expedition, Chemische Untersuchungen, 1909, Bd. VII, p. 156—178.

\*\*) Die über 0,15 hinausliegenden Werte gehören allein dem südlichen Gebiete an; loco citato, p. 177, Fig. 15.



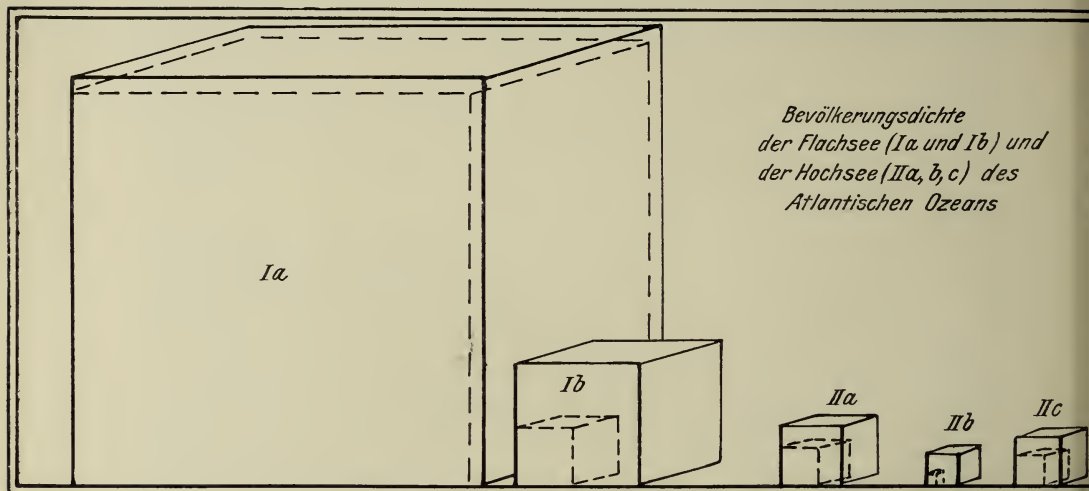
same Untersuchungen in den dänischen Gewässern gezeigt haben, als Nahrungsquelle für eine große Zahl von Tieren eine sehr bedeutende Rolle. Seine Masse muß ferner eng an die Küsten gebunden sein und auf der Hochsee rapide abnehmen. In der Hochsee selbst nimmt dann freilich auch der Stickstoff nach dem Äquator zu im Oberflächenwasser ab; doch geht diese Abnahme keineswegs im Norden und im Süden in gleicher Weise vor sich, sondern ist nur auf der Südhemisphäre deutlich ausgeprägt (von 0,45—0,10 mg im Liter sinkend); im Norden hingegen erfolgt nur eine ganz unbedeutende Steigerung des Stickstoffgehaltes, wenn man vom Äquator aus nach den höheren Breiten vorschreitet (0,1—0,13 mg in 1 l; vgl. GEBBING, loc. citat., p. 177, Fig. 15). Trotzdem tritt im Norden wie im Süden die gleiche Steigerung des Planktongehaltes des Meeres beim Übergang aus den Tropen in das kühle Gebiet ein. Auch hier werden daher andere Faktoren wichtiger sein.

In der beistehenden graphischen Darstellung (Fig. 4) ist die Menge der in 1 l der durchlichteten Wassersäule mit Zentrifuge nachgewiesenen Organismen durch Würfel zum Ausdruck gebracht (1 Cmm = 1 Individuum) und in die Würfel zugleich die Menge der Diatomeen mit durchbrochenen Linien eingezeichnet. Man sieht daraus den enormen Anteil, den diese als Nährmaterial höchst minderwertigen Pflanzen an der Steigerung der Planktonmasse in der Flachsee haben und wie sie in der Hochsee und vor allem in den Tropen mehr und mehr zurücktreten.

Gehen wir nun zur Betrachtung der vertikalen Verbreitung des Planktons über (Fig. 5), so tritt ein neuer Unterschied zwischen Tropen und kühlen Gebieten hervor: in diesen liegt durchschnittlich die größte Menge des Planktons in der Oberfläche, so daß die Kurven sich fächerförmig zur Oberfläche hin ausbreiten; in jenen dagegen ist die Oberfläche nur verschwindend wenig reicher als die tieferen Wasserschichten, so daß die Kurven von 0—50 m einander parallel laufen oder sich gar gegen die Oberfläche knospenartig zusammenneigen. Die Kurven 2 und 3 in Fig. 6 geben beide Formen in typischer Weise wieder, die Zahlenwerte sind folgende:

In 1 l	1.	2.	2 : 1
	Tropen	kühl. Gebiet (Süden)	
0 m	2300	20 000	9
50 m	2200	6 500	3
100 m	1000	2 800	3
200 m	200	350	2
400 m	50	120	2
0—200 m	1 250	3 800	3

Die Figuren zeigen auch das Verhalten der einzelnen Organismengruppen, die im kühlen Gebiete sämtlich rapide mit der Tiefe an Häufigkeit abnehmen, während in den Tropen die beiden dominierenden Gruppen (Peridineen und Coccolithophoriden) erst in 50 m Tiefe ihr Maximum erreichen. Infolge dieses verschiedenen Verhaltens überwiegt die Bevölkerung der oberflächlichen Wasserschichten im kühlen Gebiete die der Tropen um das Neunfache; mit der Tiefe nimmt die Differenz stetig ab; im Durchschnitt ist der kühle Süden, in



**Fig. 4.** Bevölkerungsdichte der Flachsee und der Hochsee des Atlantischen Ozeans.

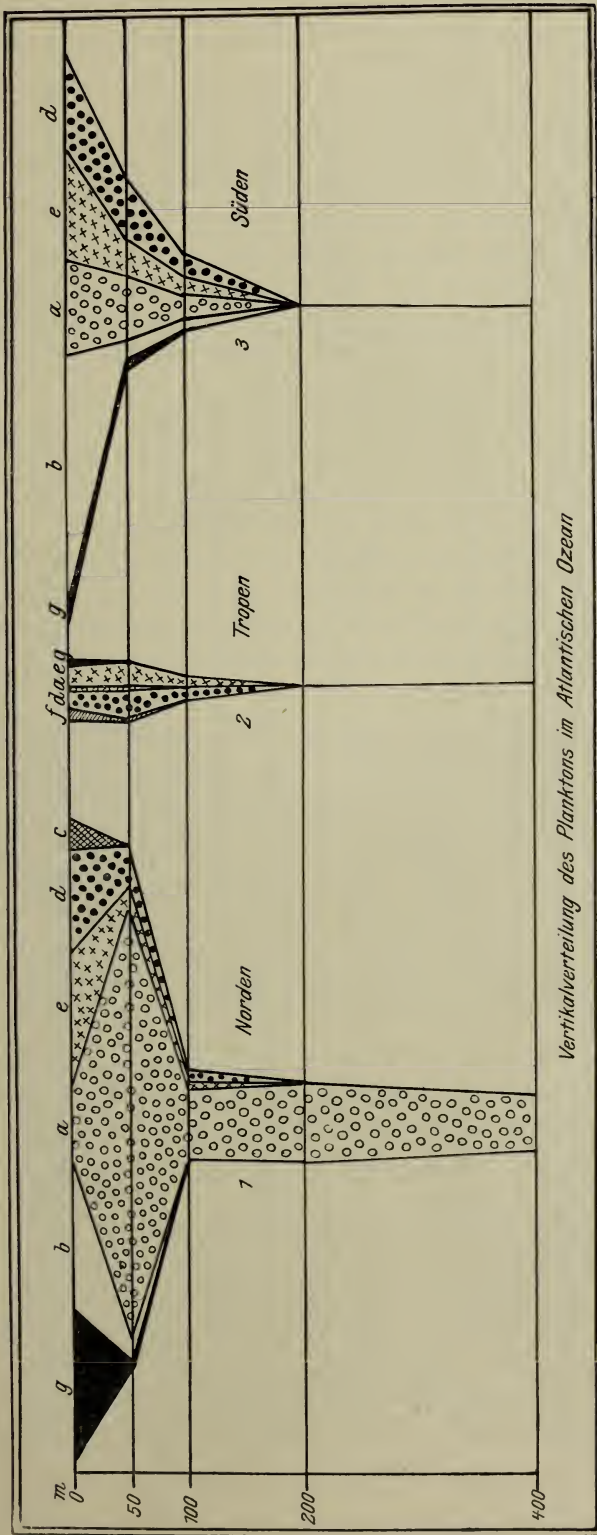
Die in 1 l nachgewiesene Organismenzahl ist in Gestalt eines Würfels zur Darstellung gebracht, dessen Inhalt proportional dem Wachsen und Abnehmen derselben sich ändert. Durch unterbrochene Linien ist der Anteil, den die Diatomeen an der Gesamtbevölkerung nehmen, veranschaulicht.

Ia und Ib geben die Organismenzahl in 1 l der Flachsee an, und zwar den Durchschnittsgehalt im reichsten Monat (VI. 1906) und im ärmsten Monat (XII. 1905). (Kieler Bucht, Laboe, bei 15 m Meerestiefe, Gehalt eines Liters der Wassersäule von 0—15 m.)

IIa, IIb, IIc geben die Organismenzahl in 1 l der Hochsee an, und zwar IIa im kühlen Gebiete des Nordens, IIb in den Tropen und IIc im kühlen Gebiete des Südens. (Der Gehalt eines Liters der Wassersäule von 0—200 m Tiefe.)

dem die Diatomeen erst eben zu wuchern begonnen hatten, nur dreimal reicher als die Tropen besiedelt.

Verschieden hiervon ist das Bild, das der kühle Norden bot, wie Kurve 1 (Fig. 5) zeigt; aber daran ist nur das Verhalten einer einzigen Organismengruppe: der Diatomeen schuld; führen



Vertikalverteilung des Planktons im Atlantischen Ozean

Fig. 5. Vertikalverteilung des Planktons im Atlantischen Ozean.

Die horizontalen Linien geben die Tiefen von 0 m, 50 m, 100 m, 200 m, 400 m an und auf diesen sind die Mengen der in 1 l Wasser der betreffenden Tiefe gefundenen Organismen abgetragen. Die Kurven zeigen also die Zu- und Abnahme jeder einzelnen Gruppe sowie der Gesamtmenge mit der Tiefe. Es bezeichnet: *a* die Diatomeen, *b* nackte Phytoflagellaten, *c* Phaeocystis, *d* Coccolithophoriden, *e* Peridincen, *f* Trichodesmium, *g* Protozoen (wesentlich nackte Monaden).

Kurve 1 gibt die Durchschnittswerte aus dem kühlen Gebiete des Nordens, wo die Diatomeen zur Zeit der Fahrt in starker Dauersporenbildung begriffen waren. Kurve 2 gibt die Durchschnittswerte aus den Tropen.

Kurve 3 gibt die Durchschnittswerte aus dem kühlen Gebiete des Südens, wo die Diatomeen erst im Beginne der Wucherung sich befanden. Die Zahlenwerte sind auf Seite 54 abgedruckt.

wir diese auf die gleiche Entwicklung wie im Süden zurück, so erhalten wir genau die gleiche Kurve. Diese Kieselalgen standen hier nämlich in stärkster Kulmination und reicher Sporenbildung; dabei verlagert sich ihr Maximum in 50 m Tiefe und die niedersinkenden Dauersporen reichern auch die größeren Tiefen von 200—400 m mit Diatomeen an. Hierdurch wird bewirkt, daß das Übergewicht der Oberfläche, gegenüber der 50 m-Tiefe, fast ganz schwindet, zugleich aber der Abstand gegen die Tropen bedeutend wächst, wie nachstehende Zahlen zeigen:

In 1 l	1.	2.	3.
	Tropen	kühl. Gebiet (Norden)	2:1
0 m	2300	23 000	10
50 m	2200	18 000	8
100 m	1000	2 900	3
200 m	200	3 000	15
400 m	50	1 800	36
0—200 m	1 250	9 200	7

Besonders interessant ist die 3. Rubrik, die das Verhältnis von Tropen und kühlem Gebiet wiedergibt. Die Oberfläche und die 100 m Zone sind wenig durch die Diatomeenwucherung verändert, wie auch ein Vergleich der Figuren 1 und 3 erkennen läßt. In 50 m-Tiefe steigert die exzessive Wucherung das Übergewicht über die Tropen von 3 auf 8; aber die stärkste Änderung rufen die Dauersporen hervor, die in 50 m noch sehr spärlich sind, in der Tiefe aber so häufig werden, daß sie fast die ganze Masse der Diatomeen ausmachen und das Übergewicht über die Tropen bis auf 36 steigen lassen.

Die beiden Kurven, Fig. 1 und 3, geben sonach typische Bilder von der Vertikalverbreitung des Planktons im kühlen Gebiete des Ozeans zur Zeit der vollen Diatomeenwucherung (Kv. 1) und des ersten Anfanges derselben (Kv. 3). Im südlichen kühlen Gebiete traten an einer Reihe von Stationen die Diatomeen ganz und gar zurück, während die Coccolithophoriden, Peridineen und vor allem die nackten Phytoflagellaten eine sehr hohe Volkszahl erreichten. Alle diese Organismen kulminierten an der Oberfläche und führten also zu der vorhin beschriebenen Fächerform der Kurven. Als Beispiel einer fast reinen Wucherung der nackten Phytoflagellaten mag noch die Vertikalverteilung auf der letzten Station vom 4. September angeführt und mit den Tropenwerten verglichen werden:

In 1 l	1.	2.	3.
	Tropen	kühl. Geb. 4. IX. 11	2:1
0 m	2300	44 000	19
50 m	2200	4 000	1
100 m	1000	1 500	1,5
200 m	200	150	1,5
400 m	50	15	3
0—200 m	1250	7 100	5,5

Hier ist das Übergewicht über die Tropen an der Oberfläche ganz gewaltig, in den tieferen Zonen aber nur sehr gering, so daß die ganze Wassersäule nur etwas über fünfmal reicher besiedelt war als der Durchschnitt der Tropenfänge.

Im allgemeinen also ist nach unseren 41 Serien die Oberfläche durchschnittlich reicher besiedelt als die darunter liegenden Wasserschichten, und zwar überwiegt in den kühlen Gebieten (die Zeiten der Diatomeenwucherung allerdings ausgenommen) die Oberfläche in sehr hohem Grade, in den Tropen nur in sehr geringem Grade.

Diese Befunde weichen auf den ersten Blick weit ab von den Beobachtungen, welche CHUN und SCHIMPER auf der Deutschen Tiefsee-Expedition, ich selbst im Mittelmeer und GRAN im Nordatlantischen Ozean machten. Denn danach war die Oberfläche ausgesprochen ärmer bevölkert als die darunter liegende Wassermasse und das Maximum der Besiedelung lag überall bei etwa 50 m. Dieser Widerspruch löst sich indessen leicht auf folgende Weise.

Zunächst liegt auch nach meinen zahlreichen Serien die größte Bevölkerungsdichte nur durchschnittlich im Oberflächenwasser, im einzelnen aber liegt sie häufig in der Tiefe, und zwar fand sie sich in den kühlen Gebieten meist an der Oberfläche (in  $\frac{2}{3}$  der Serien), in den Tropen dagegen meist tiefer (in  $\frac{2}{3}$  der Serien). Es hat das Maximum also keineswegs eine konstante Lage. Das war aus dem Mittelmeer schon lange bekannt für die Macroplanktonten, die, wie zuerst CHUN nachwies, im Winter an die Oberfläche emporsteigen, im Sommer in die Tiefe hinabgehen. Wie ich bei Messina dann durch horizontale Schliesznetzzüge fand, gehen die Appendicularien keineswegs tief hinab, sondern es spielt sich „die auf- und absteigende Jahresbewegung der Bevölkerungsmaxima im großen und ganzen innerhalb der Lichtzone selbst ab (0 bis ca. 30 m) und besteht darin, daß die einzelnen Arten in den unteren Schichten derselben dauernd leben, sich aber im Herbst und Winter der Oberfläche nähern und hier im Winter eine Hoch-Zeit durchmachen, um

nachher wieder von der Oberfläche sich zurückzuziehen“ (Internat. Revue Hydrob. Hydrogr., II, 1909, p. 529—530). Jedoch halten sich bestimmte Arten von dieser Verlagerung frei, wie z. B. die blau gefärbte *Oikopleura longicauda*, die stets an der Oberfläche am häufigsten ist, und die stets in der Tiefe am zahlreichsten lebende *Oikopleura parva*. Die Verlagerung ist unabhängig von Wassertemperatur und Strömungen und offenbar rein biologisch begründet (ebendort, p. 530).

Im Ozean liegen nun zweifellos ganz die gleichen Verhältnisse vor, nur können natürlich die Tropen wegen des Fortfallens der jahreszeitlichen Unterschiede keine solche zeitliche Gebundenheit der Verlagerung aufweisen wie die kühleren Gebiete, zu denen das Mittelmeer seiner Lage und seinem Plankton nach durchaus zu rechnen ist. Eine auffällige Übereinstimmung besteht zunächst darin, daß die beiden Hauptpflanzengruppen: Peridineen und Coccolithophoriden im kühlen Wasser im Winter (Süden) und Frühjahr (Norden) an der Oberfläche kulminierte, während sie in den Tropen durchschnittlich in 50 m ihr Maximum hatten. Die Überein-

In 1 l	Peridineen		Coccolithophoriden	
	kühl. Geb.	Tropen	kühl. Geb.	Tropen
0 m	<b>4300</b>	850	<b>3500</b>	800
50 m	1000	<b>900</b>	2000	<b>1000</b>
100 m	400	400	600	600
200 m	80	50	100	60
400 m	40	20	30	15
0—200 m	950	500	1200	600

stimmung ist um so größer als die dominierende Coccolithophoride: *Pontosphaera huxleyi* im ganzen Gebiet verbreitet ist und diesen Wechsel vollständig mitmacht. Diese Art, die leicht kenntlich ist und wegen ihrer Häufigkeit sehr zuverlässige Zahlenwerte gibt, ist nun besonders geeignet, das Verhalten des Maximums der Volksdichte genauer zu untersuchen. Es sind daher auf Tafel I (Kv. 2) alle Werte der Zentrifugenfänge zusammengestellt und die Linien gleicher Volksdichte für 10 000, 5000, 1000, 500 und 100 Individuen im Liter ausgezogen, so daß man mit einem Blick die Besiedelung der verschiedenen Gebiete und Tiefen überschauen kann. Da ergibt sich denn, daß *Pontosphaera* während unserer Fahrt am häufigsten im Norden und Süden war. Jedes kühle Gebiet zeigt 2 Wucherungsgebiete: ein größeres, das aber nur berührt wurde (14. V. 6000 Ind. und 2. IX. 11 500 Ind.), und ein kleineres, das ganz durchschnitten

wurde, je 5 Stationen umfaßte (Norden 5000, Süden 4000 Ind.) und in das Tropengebiet hinüberraute. Auch das Tropengebiet weist 2 Kulminationen auf: eine südliche (2000 Ind.) und eine nördliche (900 Ind.); beide sind viel niedriger als die der kühlen Gebiete. Bei den stärksten Kulminationen in den hohen Breiten ist das Übergewicht der Oberfläche sehr stark, bei den beiden kleineren Kulminationen der kühlen Gebiete läßt das Übergewicht bereits erheblich nach, und in den schwächsten Kulminationen der Nordtropen liegt das Maximum überhaupt nicht mehr an der Oberfläche, sondern in 50 m Tiefe. Mit anderen Worten: je besser *Pontosphaera* gedeiht, um so mehr steigt ihr Maximum zur Oberfläche empor; gedeiht sie schlecht, so liegt ihr Maximum in der Tiefe. Betrachtet man nun das Verhalten der 1000- und 500-Linie der verschiedenen Kulminationen, so zeigt sich, daß dieselben in 50 m sich bei den 4 mittleren Kulminationen durchgehend über mehr Stationen erstrecken als in den höher oder tiefer liegenden Zonen. Das bedeutet also, daß jede Kulmination in dieser Zone von 50 m zuerst beginnt und zuletzt schwindet. Endlich sinken die Linien gleicher Siedelungsdichte unter jeder Kulmination viel weiter herab als in Gebieten spärlicher Bevölkerung, und zwar gehen sie in den höheren Breiten tiefer hinunter als in niederen Breiten, am wenigsten tief unter dem Äquator. Die Tiefenausdehnung der einzelnen Kulminationen ist also sehr verschieden, und es ist nicht möglich, eine allgemein gültige Vertikalverbreitung von *Pontosphaera huxleyi* anzugeben. Die Lage des Maximums wie der verschiedenen Häufigkeitsgrade wechselt nach der geographischen Breite und dem jeweiligen Entwicklungszustande der Art in starkem Grade. Die Kulminationen der kühlen Gebiete sind sicher jahreszeitlich beschränkt und damit wird auch die Lage des Maximums und die Tiefenverbreitung der Art im Laufe des Jahres periodisch sich ändern; über Entstehung, Dauer und Vergehen der Kulminationen in den Tropen wissen wir leider noch gar nichts. Es wäre aber für unser Verständnis des Meeresshaushaltes von größter Bedeutung, hierüber exakte Angaben zu besitzen.

Wie *Pontosphaera huxleyi* verhalten sich viele andere Proto-phyten; aber wie bei den Appendicularien des Mittelmeers verhalten sich andere Formen anders. Hierher gehört jedenfalls ein großer Teil der Diatomeen, die zur Zeit der Kulmination in 50 m ihr Maximum haben, während sie sonst an der Oberfläche am

häufigsten sind\*). Dies ließ sich in den kühlen Gebieten sehr gut feststellen, wie nachstehende Tabelle zeigt und schon oben näher besprochen wurde:

In 1 l	Diatomeen			
	Norden		Süden	
	Wucherung 14. V. 11	Sonst 20.—29. V.	Wucherung 21. VIII.	Sonst 4. IX.
0 m	16 000	1700	3 000	3200
50 m	57 000	1100	13 000	810
100 m	12 000	120	3 200	420
200 m	11 000	48	45	34
400 m	5 000	0	29	17
0—400 m	16 000	280	2 400	400

Die Lage des Bevölkerungsmaximums ist also keineswegs konstant, sondern von verschiedenen Faktoren abhängig, unter denen die biologischen ein Hauptgewicht haben. In den Tropen überwiegt die Tiefenlage des Maximums, in den kühlen Gebieten ist sie an die Sommerzeit gebunden, kann aber auch durch starke Diatomeenwucherungen zu anderer Zeit herbeigeführt werden. Wird daher nicht eine große Zahl vollständiger Serien wie hier untersucht, so wird leicht der Eindruck entstehen, als ob das Maximum meist oder gar konstant in der Tiefe läge.

Neben diesen Resultaten von allgemeiner Bedeutung wurden natürlich auch manche neue Organismen beobachtet und neue Ergebnisse in bezug auf das Vorkommen einzelner Formen gewonnen. Hier mag nur auf zwei derartige Ergebnisse hingewiesen werden, die beide die Gattung *Pontosphaera* betreffen.

Die häufigste Coccolithophoride im Ozean ist die kleine *Pontosphaera huxleyi*. Sie machte auf unserer Fahrt nicht weniger als 71% aller Coccolithophoriden aus, die gefangen wurden, so daß für die übrigen 29 Arten nur 29% Individuen übrig blieben. Die zweithäufigste Art war *Coccolithophora leptopora*, die aber nur 8,5% ausmachte. Es ist sehr bemerkenswert, daß nicht etwa diejenigen Arten die häufigsten sind, welche den kompliziertesten Schalenbau und die feinste Anpassung an das Schweben im Wasser zu haben scheinen, wie die Scyphosphaeren, Deutschlandien, Thoro-sphaeren, Michaelsarsien, Rhabdosphaeren und Discosphaeren, sondern daß alle diese hochdifferenzierten Gattungen zusammen nur 4,5% an Individuen stellen und ausnahmslos selten oder doch nicht häufig

\*) Mit Ausnahme natürlich der Dämmerungsformen.



auftreten, während die beiden gemeinsten Arten den allereinfachsten Skelettbau besitzen\*) und in keiner Weise besondere Anpassungen verraten. Da diese Arten mit jenen zusammen im gleichen Wasser unter ganz den gleichen Existenzbedingungen leben, beweist das üppige Gedeihen der einfach gebauten Formen, daß alle jene hochdifferenzierten Anpassungen nicht nur nicht unbedingt erforderlich für das Dasein sind, sondern daß sie sogar überflüssig sind, soweit die äußeren Existenzbedingungen in Frage kommen, und wir ihre Ursache einzig und allein in den Organismen selbst suchen müssen.

Dieses Überwiegen einer einzigen Coccolithophoriden-Art im heutigen Ozean erlaubt es uns nun, einen Rückschluß zu machen von dem Vorkommen der lebenden Zellen in den durchlichteten Meeresschichten auf die Schnelligkeit, mit der sich am Boden des Meeres die feinste Art des sogenannten Globigerinenschlammes bildet. Coccolithen kommen in allen Tiefseesedimenten vor (LOHMANN, 1903, Sitzungsberichte Akademie Wissenschaft Berlin physikal.-mathem. Klasse, Bd. 26, p. 580 ff.), sie sind aber am häufigsten im Globigerinenschlamme und nehmen mit der Feinkörnigkeit des Schlammes derartig an Menge zu, daß die feinsten Arten eigentlich direkt als Coccolithenschlamm bezeichnet werden müßten, indem über 70 % ihres Volumens und fast 70% (68%) ihres Gewichtes aus Coccolithen gebildet werden. Diese letzteren werden nun fast ausschließlich aus den Coccolithen von *Pont. huxleyi* und *Coccolithophora leptopora* gebildet, doch überwiegen die ersteren so, daß man den Schlamm als wesentlich aus ihnen gebildet wird betrachten können. Solcher Schlamm fand sich in 4000 m Tiefe in etwa 20° westl. Länge zwischen dem Kanal und den Azoren auf der Kabelfahrt (1902). In einer früheren Arbeit (Beziehungen zwischen den pelagischen Ablagerungen und dem Plankton des Meeres, Internat. Revue Hydrobiolog. Hydrographie, Bd. I, p. 309—323) hatte ich auf Grund meiner Fänge im Mittelmeer und in der Ostsee die Menge der unter 1 qm Meeresfläche „unter günstigen Verhältnissen“ lebenden Pontosphaeren auf 500 Millionen geschätzt. Die vorliegenden Beobachtungen ergeben nun, daß dieser Betrag zu hoch ist und in den kühlen Gebieten der Hochsee durchschnittlich nur rund 250 Millionen gefunden

\*) *Pontosphaera huxleyi* ist die einfachst gebaute Syracosphaerine (mit undurchbohrten Coccolithen), *Coccolithophora leptopora* die einfachst gebaute Coccolithophorine (mit durchbohrten Coccolithen). Jede Unterfamilie stellt also eine der dominierenden Arten, und die mit dem einfachsten Coccolithenbau gibt die über alle anderen Arten prävalierende Spezies her.

wurden\*). Danach erhöht sich nun natürlich die Zeit, welche zur Ablagerung von 1 mm Coccolithenschlamm erforderlich ist, um das Doppelte, so daß nicht 1000, sondern 2000 Jahre hierzu anzusetzen wären. Eine Folge der Verbreitung der Coccolithophoriden im Ozean muß ferner sein, daß diese Sedimentbildung unter sonst gleichen

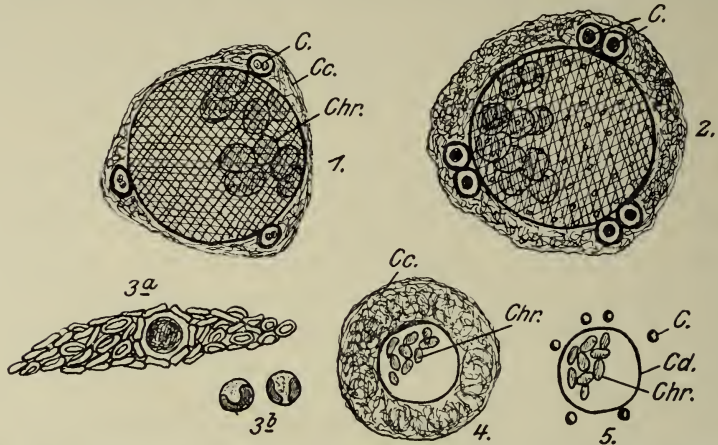


Fig. 6. *Pontosphaera sessilis* auf Coccinodiscen der Dämmerungszone.

1. *Brenneckella lorenzeni* n. g. n. sp. mit 3 Siedelungspunkten des Gürtelbandes; C. *Pontosphaera sessilis*, Cc. von derselben abgestoßene Coccolithenmassen; Chr. Chromatophoren der *Brenneckella*. — 2. *Brenneckella* derselben Art mit breiterer Coccolithenauflagerung und je 2 *Pontosphaera* C. an jedem Siedelungspunkte. Auf der Schalenfläche der *Brenneckella* sieht man reihenförmig angeordnete Coccolithen. — 3a. Eine *Pontosphaera* mit Schale und den von ihr gebildeten Coccolithen. — 3b. Zwei *Pontosphaera* nach Auflösung der Schale, um die Chromatophoren zu zeigen. — 4. *Brenneckella kohli* n. g. n. sp. mit 6 Siedelungspunkten und sehr starker Coccolithenauflagerung. Die Schalenfläche der *Brenneckella* ist strukturlos und coccolithenfrei; in der Zelle liegen wie bei 1 und 2 die Chromatophoren. — 5. Die gleiche *Brenneckella* nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure; Cd. Schale der *Brenneckella*.

Bedingungen in den Tropen doppelt so langsam erfolgt wie in den kühlen Gebieten.

In der Dämmerungszone des Brasilstromes und der Ausläufer des Falkslandstromes, in 100 und 200 m Tiefe fand ich wiederholt

\*) Unter 1 qm Meeresfläche fanden sich:

<i>Pontophaera huxleyi</i>	Durchschnittlich	Maximum	Minimum
1. Im kühlen Gebiete .	240 Mill.	600 Mill.	120 Mill.
2. In den Tropen . . .	120 "	300 "	40 "
3. Im ganzen Gebiete .	160 "	600 "	40 "

coscinodiscoide Diatomeen, deren Gürtelbandfläche eine merkwürdige ringförmige Auflagerung trug (Fig. 6) und die ich zu Ehren des Oceanographen der Expedition *Brenneckella* nennen will. Bei genauerer Untersuchung stellte sich zu meiner Überraschung heraus, daß der Ring ganz aus Coccolithen einer Pontosphaera gebildet wurde und daß die Pontosphaera selbst, von der die Coccolithen geliefert waren, noch von denselben umhüllt auf der Diatomee lebten. Wie sich zeigte, kamen 2 verschiedene Arten vor, die, an Größe kaum verschieden (25—42  $\mu$  D.), sich dadurch voneinander unterschieden, daß die Schalenflächen der einen deutlich strukturiert (*Br. lorenzeni* \*), die der anderen strukturlos (*Br. kohli* \*\*) waren. Zugleich verhielten sich aber die Pontosphaeren auf beiden Arten verschieden. Auf der strukturierten *Brenneckella* waren sie stets an 3 in gleichen Abständen von einander gelegenen Punkten auf dem Gürtelbande angesiedelt, auf der strukturlosen Art hingegen waren 6 solcher Siedlungspunkte vorhanden. Ferner blieb bei diesen die Schalenfläche stets frei von Coccolithen, während sie dort in einfacher Lage auch die Schalenfläche überzogen. Die Pontosphaera selbst gehörte ein und derselben Art an, die *P. huxleyi* sehr nahe steht, die gleiche Größe hat (5  $\mu$  Schalendurchmesser, 2  $\mu$  lange Coccolithen), deren Coccolithen aber einander berühren. Wegen ihrer eigenartigen Lebensweise habe ich sie *P. sessilis* genannt. Die Fig. 6 zeigt beide *Brenneckella*-Arten mit verschieden starker Coccolithenauflagerung. Durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure ließen sich die Coccolithen zerstören und die Zellen der Pontosphaera freilegen. Solange die Coccolithenauflagerung noch gering war, saßen die Zellen dem Gürtelbande fest auf, später scheinen sie dagegen sich von diesem loszulösen und nur von den Coccolithen gehalten zu werden. Geißeln wurden nicht beobachtet; sie gehen aber auch bei den freilebenden Arten so leicht verloren, daß hierauf kein großes Gewicht gelegt werden kann; dagegen ließen sich 1 oder 2 Chromatophoren in den Zellen nachweisen.

Es liegt hier also ein Zusammenleben von Diatomee und Coccolithophoride vor, bei dem am rätselhaftesten erscheint, daß stets eine Mehrzahl von Pontosphaeren auf einer *Brenneckella* angetroffen wird, und diese stets in gleichen Abständen voneinander und an einer bestimmten Zahl von Punkten sich ansiedeln. Das letztere würde am leichtesten sich verstehen lassen, wenn das Gürtelband nur an gewissen Stellen eine Anheftung der Zellen gestattete

\*) Nach dem ersten Offizier der „Deutschland“ genannt.

\*\*) Nach dem Arzt der Expedition genannt.

oder die Pontosphaeren etwa durch austretende Plasmafäden hier eingefangen und festgehalten würden. Seit KARSTEN für Gossleriella solches extramembranöses Plasma nachgewiesen hat, würde diese Annahme durchaus zulässig sein. Die eine *Brenneckella*-Art würde dann 3, die andere 6 solche Stellen besitzen. Ebenso wenig ist die pathologisch erscheinende Bildung zahlloser Coccolithen von den angesiedelten Pontosphaeren so merkwürdig, wie es auf den ersten Blick scheint, da auch *Pontosphaera huxleyi* zuweilen von einer solchen Überproduktion befallen wird. Es stimmen beide Vorgänge sogar auch darin überein, daß die Coccolithenneubildung an 2 Punkten der Zelle, die einander diametral gegenüberliegen, am stärksten abläuft, wodurch die freilebenden Zellen sehr merkwürdig aussehende Spindelform erhalten, während bei den festsitzenden Zellen die Ablagerung zu beiden Seiten der Zelle auf die Gürtelbandfläche sich ausdehnt. Für die Diatomee ist es von größter Bedeutung, daß ihre beiden Schalenflächen möglichst durchlässig für Licht bleiben, um so mehr, als beide Arten in der lichtarmen Dämmerungszone leben; es ist daher sehr interessant, daß die Besiedelung der Diatomee ausschließlich am Gürtelbande erfolgt und bei der einen Form auch die Ablagerung der Coccolithen streng auf das Gürtelband beschränkt bleibt, während bei der zweiten Art allerdings Coccolithen auch auf der Schalenfläche abgelagert werden, aber hier nur in einfacher Lage und so weitläufig zerstreut sich finden, daß der Lichtdurchtritt durch sie kaum gehindert werden kann. Auch die gleichmäßige Verteilung der Siedelungspunkte über die Peripherie der Schale ist für die Diatomee wichtig, da ihr nur dadurch ermöglicht wird, ihre Schalenflächen horizontal schwebend zu halten, während jede ungleiche Belastung die Zelle in die vertikale Stellung zwingen würde. Daher ist auch eine Dreizahl der Pontosphaeren das Minimum, das gefordert werden muß. So tritt überall die Rücksichtnahme auf das Gedeihen der Diatomee hervor, deren Plasma und Chromatophoren auch stets gut erhalten waren. Welchen Vorteil aber kann diese Besiedelung den Brenneckellen bringen? Wie die nebenstehenden Figuren zeigen, findet man die Coccolithenauflagerung in sehr verschiedener Stärke entwickelt, wie ja auch von vornherein erwartet werden muß. Die stärkste Auflagerung, die ich fand, bildete einen Gürtel von 8  $\mu$  Breite auf einem *Coscinodiscus* von nur 12  $\mu$  Schalendurchmesser. Das Anfangsstadium der Besiedelung, in dem nur die 3 oder 6 Pontosphaeren der Gürtelbandfläche ansitzen, habe ich nicht beobachtet, vielleicht weil seine Dauer eine zu kurze ist. Vergegenwärtigt man sich nun diese verschiedenen Stadien der Coccolithenbekleidung, so ist die Übereinstimmung mit Vorgängen, die KARSTEN an einer anderen

Diatomee der Dämmerungszone (*Planktoniella sol* SCHÜTT) nachweisen konnte (Ergebnisse d. Deutschen Tiefsee-Expedition, Indisch. Phytoplankton, p. 514 ff., Tafel 39, Fig. 9, 10, 11, 1, 6, 7), sehr interessant. Diese schöne, zuerst auf der Plankton-Expedition gefundene Diatomee besitzt einen hoch entwickelten Schwebapparat in Gestalt einer membranösen, kompliziert gebauten Flügelmembran, die dem Gürtelbande der einen Schalenhälfte aufsitzt und den Zelldurchmesser an Breite bedeutend übertreffen kann. Nun fand KARSTEN, daß diese Membran einen wahrscheinlich über mehrere Generationen sich erstreckenden Wachstumsprozeß durchmacht. Auf dem jüngsten Stadium gleicht die Schale völlig der eines gewöhnlichen *Coscinodiscus*; nur ist das Gürtelband von gleichmäßig verteilten Poren durchbrochen. Aus ihnen tritt Plasma aus und legt den Basalteil des Flügels an, der nun Schritt für Schritt breiter wird und allmählich zu seiner vollen Größe heranwächst, indem das aus der Zelle hervorgetretene Plasma, nun zwischen den Membranen des Flügels eingeschlossen, von innen heraus neue Skelettsubstanzen aufbaut. Bei jeder Zellteilung verbleibt der alte Flügel der einen Zelle, während die andere einen neuen Flügel zu bilden hat. Eine solche Neubildung eines Schwebapparates haben wir auch in unserem Falle vor uns. Nur ist die Zahl der Poren im Gürtelbande\*) auf 3 oder 6 reduziert und das austretende Plasma scheidet nicht eigene Skelettsubstanz aus, sondern fängt sich Pontosphaeren ein und ruft bei diesen eine hypertrophische Bildung von überzähligen Coccolithen hervor. Die Verteilung dieser Kalkplättchen auf dem Gürtelbande, die Beschränkung auf dasselbe oder die feine Verteilung auf die eine Schalenfläche wird dann ebenso von dem Plasma geleitet werden, wie die Ablagerung der Kieselsubstanz im Flügel der *Planktoniella*, und damit erklärt sich die zweckmäßige Anordnung derselben auf das einfachste. Es ist nun noch von besonderem Interesse, daß in ganz analoger Weise wie hier die eine *Brenneckella*-Art ihre Coccolithen nur auf dem Gürtelbande ablagert, die andere aber auch auf der einen Schalenfläche Coccolithen deponiert, KARSTEN fand, daß bei *Planktoniella sol* die Flügelbildung vom Gürtelbande allein ausgeht, während sie bei der nahe verwandten Dämmerform: *Gosleriella tropica* SCHÜTT vom Gürtelbande und der einen Schalenfläche geleistet wird (p. 519 ff., Tafel 40, Fig. 14, 16, 17).

Der Vorteil der Brenneckellen liegt jetzt auf der Hand; statt selbst Skelettsubstanz zu bilden, lassen sie sich solche von den Coccolitho-

\*) Nachweisen konnte ich solche freilich bei der Untersuchung an Bord nicht.

phoriden herstellen und verwenden dann diese fertigen Bausteine in sehr primitiver Weise zum Aufbau ihres Schwebringes. Durch die unregelmäßige, rauhe Oberfläche und lockere Struktur der Auflagerung wird der Reibungswiderstand sehr bedeutend erhöht; zugleich ist die Widerstandsfähigkeit der Coccolithen von Pontosphaera gegen den lösenden Einfluß des Meerwassers sehr groß, so daß auch in der Verstärkung des eigenen Skelets ein weiterer Vorteil liegen kann, und die Bekleidung der Schalenfläche mit einer dünnen Coccolithenlage ihre Erklärung finden würde.

Was geschieht aber mit den vom Coscinodiscus eingefangenen und in Dienst genommenen Pontosphaeren? Da sie bis zur Vollendung des Gürtels stets neue Coccolithen bilden müssen, dürfen sie jedenfalls bis dahin nicht absterben, und in der Tat fand ich bei den Zellen, die in dem dicksten Gürtel eingeschlossen waren, wohlerhaltene Chromatophoren. Geißeln habe ich nicht gesehen; ihr Nachweis ist aber auch bei freilebenden Coccolithophoriden sehr schwierig, da sie sehr leicht abgeworfen werden. Daß sie, wenn sie erhalten bleiben, die *Brenneckella* samt ihren Arbeitern sollten fortbewegen können, scheint mir bei der Kleinheit und geringen Zahl der letzteren sehr unwahrscheinlich. Bei den Pontosphaeren des schwächsten Gürtels (Fig. 6<sup>1</sup>) war der Zellinhalt geteilt und bei einem anderen Exemplar lagen an jedem Siedelungspunkte statt 1 Pontosphaera 2 Individuen dicht nebeneinander. Ob hier wirklich Zellteilungen vorgelegen haben, oder nur pathologische und abnorme Bildungen, weiß ich nicht. Am wahrscheinlichsten scheint mir, daß die Pontosphaeren durch einen besonderen, vom Porenplasma der Diatomee ausgeschiedenen Stoff angelockt werden und nach ihrer Ansiedelung sich saprophytisch von der Kieselalge nähren. Durch Teilung der Zellen innerhalb der Coccolithenschale und Austritt der einen Tochterzelle aus der Schale könnten frei schwimmende Stadien gebildet werden, die dann andere Brenneckellen aufsuchen. Doch sind zur Aufklärung dieser Dinge noch weitere Untersuchungen nötig.

Die Deutung dieses äußerst merkwürdigen Zusammenlebens von Diatomee und Coccolithophoride läßt also noch zwei Möglichkeiten zu: entweder die Pontosphaeren gelangen auf der Diatomee zur Fortpflanzung und ihre Tochterzellen besiedeln neue Brenneckellen, dann haben wir es mit einer echten Symbiose zu tun, bei der 2 Organismen ganz verschiedener Organisation durch ihren Lebenslauf durchaus aufeinander angewiesen sind und getrennt nicht zu leben vermögen —, oder aber die Pontosphaeren gehen, ohne sich fortzupflanzen, nachdem sie der Diatomee zu ihrem Kalkskelett verholfen haben, zugrunde; dann liegt hier nur einer jener Fälle

vor, in denen ein Organismus einen anderen für seine Zwecke ausnutzt und verbraucht. Der Vorteil läge dann nur bei der Kieselalge und wir hätten keine wahre Symbiose vor uns. In diesem Falle könnte also die *Pontosphaera* natürlich keine selbständige Art sein, sondern es müßten Individuen der *Pontosphaera huxleyi* sein, die unter diesen abnormen Verhältnissen auch eine abweichende Anordnung der Coccolithen bekommen hätten und sehr klein geblieben wären.

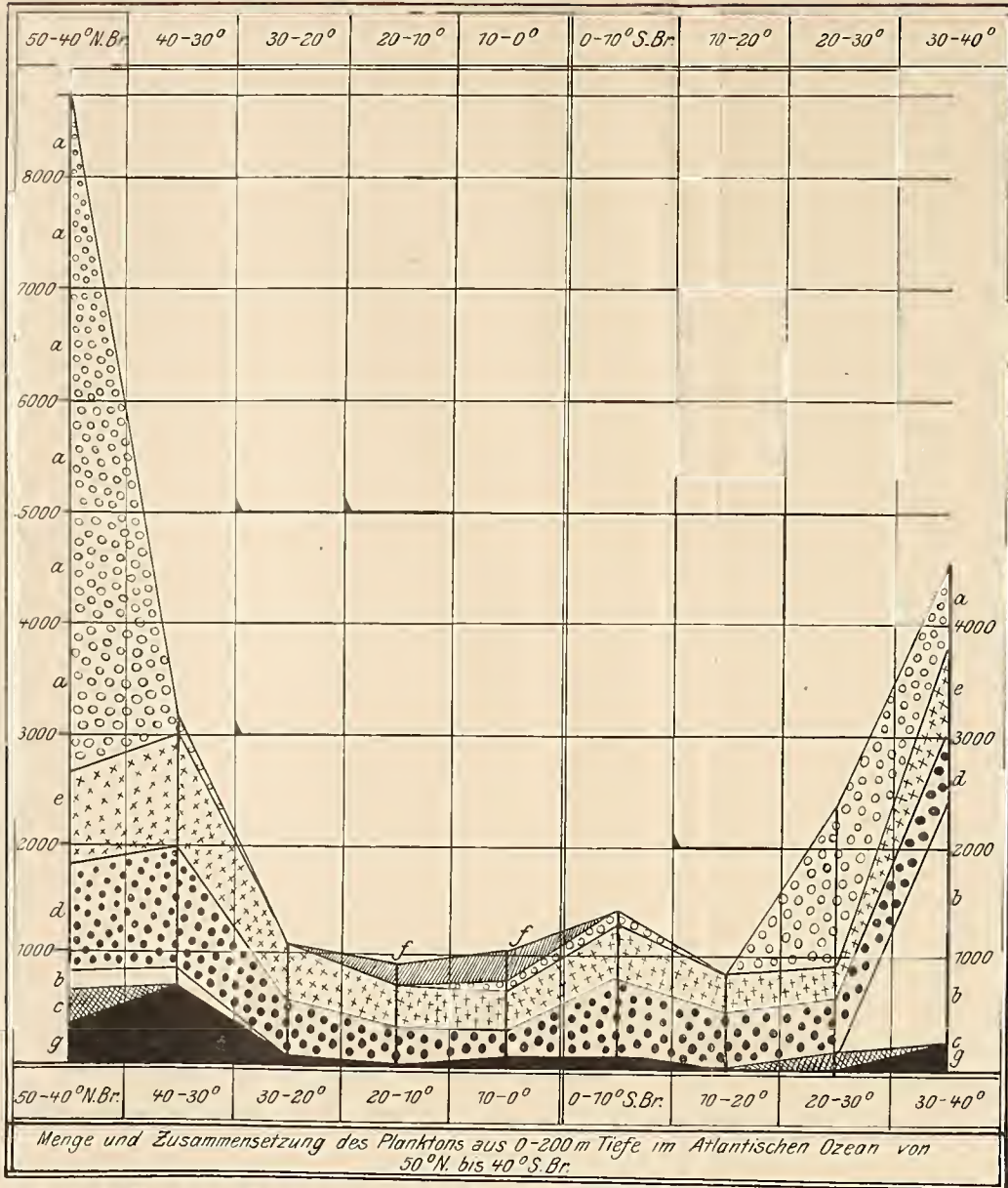
**Zahlenmaterial für die Kurven.  
Zahlen zur Kurve 1 auf Tafel I.**

In 1 Liter aus 0—200 m Tiefe	Nördliche Breiten					Südliche Breiten			
	50—40°	40—30°	30—20°	20—10°	10—0°	0—10°	10—20°	20—30°	30—40°
1. Diatomeen . . .	6200	150	15	30	85	150	40	1500	825
2. Peridineen . . .	850	1100	550	400	400	550	300	300	1350
3. Coccolithophoriden . . .	1000	1100	500	350	250	750	500	1100	1400
4. Nackte Phytoflagellaten . . .	200	150	5	—	15	5	—	10	2150
5. Phaeocystis . . .	320	—	—	—	—	—	—	30	—
6. Chroococcaceen . . .	—	15	—	—	10	20	15	10	5
7. Trichodesmium . . .	—	—	40	200	300	15	—	—	—
8. Andere Pflanzen . . .	—	2	5	2	58	2	2	2	35
<b>I. Pflanzen alle:</b>	<b>8570</b>	<b>2500</b>	<b>1100</b>	<b>1000</b>	<b>1100</b>	<b>1500</b>	<b>850</b>	<b>3000</b>	<b>5800</b>
9. Nackte Monadinen . . .	320	690	30	10	50	50	10	20	130
10. Andere Protozoen . . .	20	10	10	5	10	15	8	10	20
<b>II. Protozoen alle:</b>	<b>350</b>	<b>700</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>150</b>
<b>III. Metazoen alle:</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>Organismen alle:</b>	<b>8700</b>	<b>3200</b>	<b>1150</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b>	<b>1600</b>	<b>900</b>	<b>3000</b>	<b>6000</b>

**Zahlen zu den Kurven in Fig. 5 auf Seite 41.**

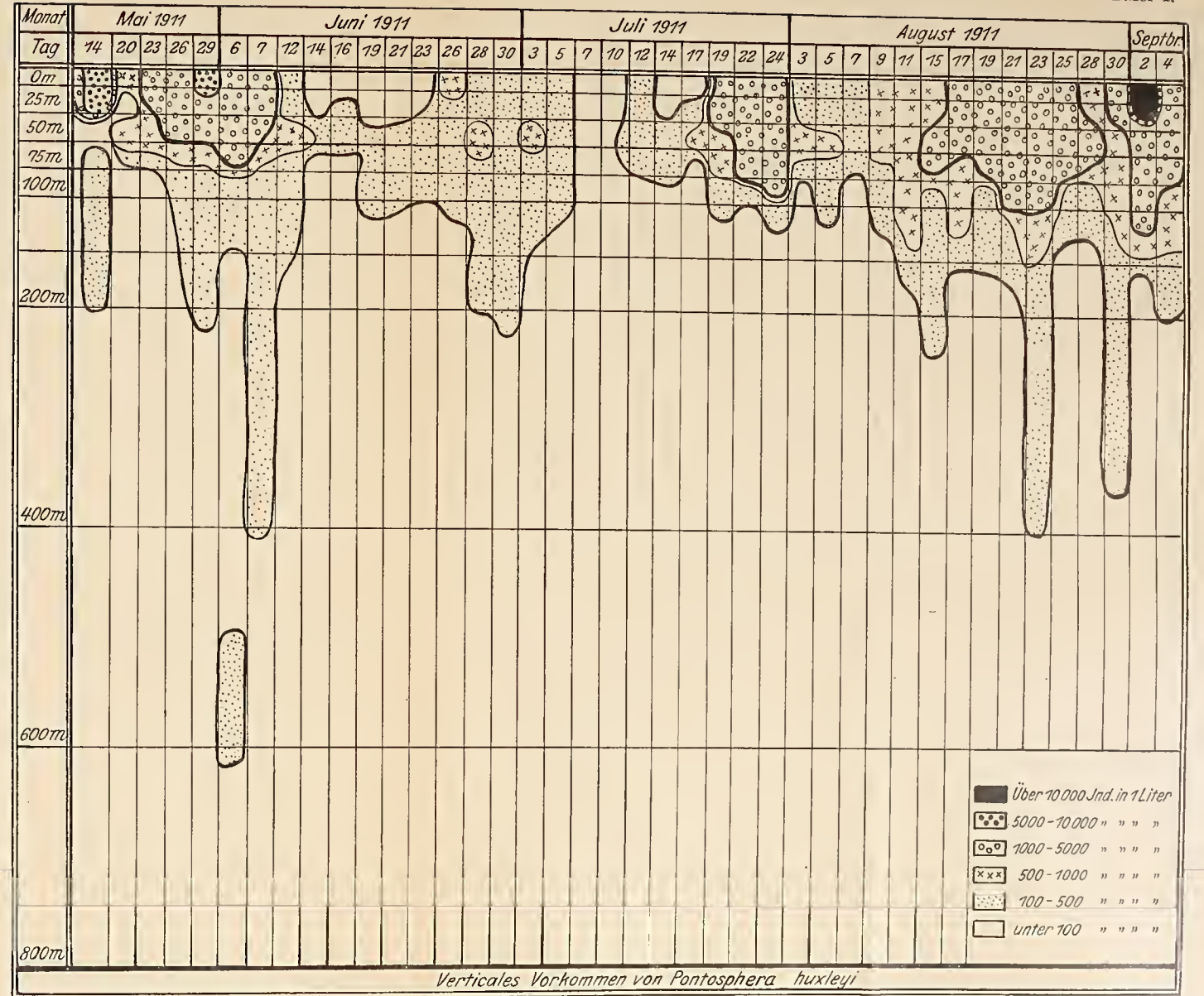
	Vertikale Verteilung des Planktons (Zahlen für 1 l geltend).									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Diatomeen	Peridineen	Coccolithoph.	Nackte Phyt.	Phaeocystis	Trichodesmium	Pflanzen alle	Protozoen	Metazoen	Alle Org.
<b>I. Im Norden:</b>										
0 m	2500	4700	3600	5300	850	—	17000	5500	38	23000
50 "	15000	600	1400	650	—	—	18000	350	6	18000
100 "	2300	75	300	15	—	—	2700	150	1	2900
200 "	2700	60	100	—	—	—	2900	70	—	3000
400 "	1800	—	25	—	—	—	1800	40	—	1800
<b>II. Im Süden:</b>										
0 m	3200	3800	3400	8800	75	15	20000	300	5	20000
50 "	2200	1200	2200	700	—	—	6300	200	5	6500
100 "	800	600	800	450	—	—	2700	50	6	2800
200 "	40	90	100	35	—	—	300	25	5	350
400 "	20	50	30	5	—	—	110	10	5	120
<b>III. In den Tropen:</b>										
0 m	120	850	750	10	—	400	2150	100	1	2300
50 "	100	900	1000	7	—	100	2100	75	3	2200
100 "	40	400	550	5	—	15	1000	35	4	1000
200 "	10	50	60	—	—	5	150	30	1	200
400 "	5	20	15	—	—	—	50	5	0,5	50





Kurve 1: Menge und Zusammensetzung des Planktons aus 0-200 m Tiefe im Atlantischen Ozean in der Längerstreckung von 50° nördl. Breite bis zu 40° südl. Breite.

Aus den Zentrifugenfängen, die im gleichen Zehn-Breitengrad-Felde lagen, sind die Durchschnittswerte berechnet und auf den in der Mitte jedes Feldes gezogenen Ordinaten für jede einzelne Organismengruppe abgetragen. Es bezeichnet: a Diatomeen, b nackte Phytoflagellaten, c Phaeocystis, d Coccolithophoriden, e Peridineen, f Trichodesmium, g Protozoen. — Die Zahlenwerte sind auf Seite 54 abgedruckt.



Kurve 2: Vertikales Vorkommen von *Pontosphaera huxleyi* LOHM.

Die horizontalen Linien geben die Tiefen von 0, 25, 50, 75, 100, 200, 400, 600, 800 m an; die vertikalen grenzen 41 Stationen ab, deren Datum in der Kopfleiste angegeben ist. Nach den an jeder Station in den einzelnen Tiefen durch Zentrifugierung nachgewiesenen Mengen von *P. huxleyi* sind dann die Wassermassen mit gleich dichter Bevölkerung abgegrenzt, indem „Linien gleicher Dichte“ gezogen wurden, und zwar für die Dichte von 10000, 5000, 1000, 500 und 100 Individuen in 1 l Wasser. Näheres siehe im Text Seite 44-45.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [1912](#)

Autor(en)/Author(s): Lohmann Hans

Artikel/Article: [Untersuchungen über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee im Atlantischen Ozean während der Ausreise der „Deutschland“. 23-54](#)