

Untersuchungen

zur

Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton.

Mit Tafel IX—XVII, Tabellen A und B und 22 Textfiguren.

Von

H. Lohmann-Kiel.

Einleitung.

Je mehr die Untersuchungen über die Menge und Zusammensetzung des Planktons fortschreiten, um so schärfer tritt hervor, daß die Fänge mit dem feinmaschigen Müllergazennetz nur ein unvollkommenes Bild von dem im Meere zur Zeit des Fanges wirklich vorhanden gewesenen Plankton geben.

Nichts zeigt das deutlicher als eine Untersuchung der Nahrung der Planktonorganismen selbst. Wo dieselbe sich leicht ausführen läßt, findet man den Darm erfüllt mit den Resten von kleinsten Diatomeen, Peridineen, Coccolithophoriden, Silicoflagellaten etc., die das Netz gar nicht oder nur in ganz geringer Zahl aus demselben Wasser zurückhält, in welchem die Fresser: Pteropoden, Appendicularien, Salpen und Doliolen gelebt haben. Selbst bei so großen Tieren, wie der 8 cm und mehr messenden *Salpa confederata* war der Inhalt des Darmknäuels, wie mir eine Untersuchung auf hoher See bei den Azoren ergab, auf das dichteste mit Skeletten von Coccolithophoriden und mit kleinen grüngefärbten, im Leben wahrscheinlich gelb gewesenen Zellen erfüllt (Gymnodinien?). Daneben fanden sich auch Reste von *Asteromphalus*, *Thalassiothrix*, *Goniodoma*, *Gonyaulax*, Tintinnen, Acanthometriden und Globigerinen, sowie zahlreiche Panzerstücke von Copepoden, während die im Meere so häufigen aber sperrigen *Chaetoceras*, *Rhizosolenia*, *Bacteriastrum* etc. vollständig fehlten. Sehr zahlreich waren auch Bakterien, die aber möglicherweise erst im Darne selbst sich vermehrt haben können.

Wie wichtig dieser Verlust ist, zeigt schon einzig und allein die überraschende Erscheinung, daß die Coccolithophoriden, deren große Bedeutung als Nahrung zahlreicher Planktontiere der Hochsee und als Sedimentbildner am Boden der Tiefsee seit langem bekannt war, so gut wie vollständig aus der Planktonflora des Meeres ausgelöscht erscheinen, seitdem die Müllergazennetze ausschließlich in Gebrauch gekommen sind. Nur Diatomeen, Peridineen und Schizophyceen spielen seitdem eine Rolle, daneben finden höchstens noch die Silicoflagellaten und einige wenige andere Algen (Halosphaeren etc.) Erwähnung. So erscheint denn auch nach den reichen Ergebnissen der Valdivia-Expedition das Phytoplankton völlig frei von Coccolithophoriden, während zweifellos überall große Mengen dieser Algen im Wasser vorhanden gewesen sind. Dies ist ein guter Beweis dafür, daß die Netzfänge uns tatsächlich ein unrichtiges Bild von der Zusammensetzung des Meeresplanktons geben.

Am günstigsten zum Studium der Nahrung sind die Appendicularien, da bei ihnen die zur Nahrung dienenden Organismen nicht direkt verzehrt, sondern zunächst im Fangapparat des Gehäuses in großer Menge angesammelt werden und hier in noch lebendem Zustande unter dem Mikroskop untersucht werden können. Es zeigt sich dabei, daß außer jenen im Darm und den Exkrementen leicht nachweisbaren skelettragenden Formen noch große Mengen nackter Protisten (Gymnodinien, Chrysomonadinen, Cryptomonadinen, Rhizopoden, Monadinen etc.), von denen das Netz gewöhnlich nichts fängt, im Meere leben und einen wichtigen Bestandteil der Nahrung dieser Tiere, zweifellos aber auch vieler anderer Planktontiere ausmachen. Nur sind sie bei diesen letzteren nicht nachweisbar, da sie im Darne sofort zerstört und unkenntlich gemacht werden. Endlich sind die überall im Ozean, auf hoher See und nahe der Küste, so häufigen Tintinnen lediglich auf derartige kleine Organismen als Nahrung angewiesen, und man findet denn auch vielfach ihren Zelleib dicht mit halbverdauten grünen und gelben, kugeligen Zellen erfüllt, die wahrscheinlich gefressene Chrysomonadinen oder Gymnodinien sind.

Es wird also zweifellos bei den Netzfängen ein nicht unerheblicher und für das Verständnis des Lebens im Meere sehr bedeutungsvoller Teil des Planktons überhaupt nicht gefangen. Aber auch von vielen anderen Formen, die das Netz stets und oft in großer Zahl fängt, geht ein größerer oder kleinerer Bruchteil der Individuen verloren, indem er die Netzmaschen passiert. Indem daher das Netz die durchwanderte Wassersäule filtriert, hält es eine jede Planktonform in einem verschiedenen, durch Größe und Form dieser Spezies wie durch die Beschaffenheit des Gesamtauftriebs bestimmten Prozentsatz zurück und bedingt dadurch daß die Zusammensetzung des Netzfanges im Allgemeinen eine wesentlich andere ist, als die des Planktons in der untersuchten Wassersäule vor dem Fange war. Die Verschiedenheit beider Planktonmengen, derjenigen im Netz, die zur Untersuchung dient, und derjenigen im Meer, die man eigentlich hat untersuchen wollen, kann man sich leicht an nebenstehendem Schema (Fig. 1) veranschaulichen.

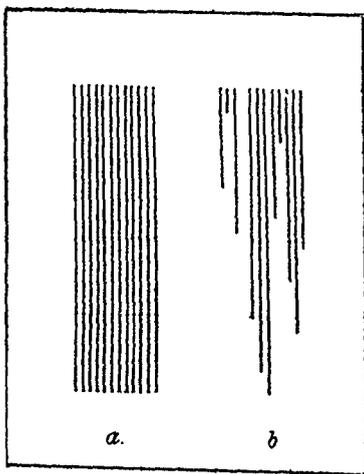


Fig. 1. Schematische Darstellung der Abweichung des Netzplanktons vom Vollplankton.

- a.* Vollplankton aus 12 Arten von gleicher Individuenzahl bestehend.
b. Netzplankton erhalten durch die Abfischung der das Vollplankton *a* enthaltenden Wassermasse.

a stellt das im Meere vorhandene Plankton dar, *b* den Anteil desselben, den das Netz fängt und der also zur Untersuchung kommt. Jede vertikale Linie mag eine Species vorstellen; der Einfachheit halber ist angenommen, daß jede Art in gleicher Individuenzahl vorkomme und 12 Arten das Plankton zusammensetzen. Das Netz hält nun von jeder Art einen verschieden großen Bruchteil ihrer wirklichen Menge zurück, wie das Fig. 1 *b* angibt. Es wird daher nicht nur die Masse des Planktons im Netzfange zu klein ausfallen, sondern es findet auch eine durchgreifende Änderung in der Zusammensetzung der Planktonmasse nach den Arten statt. Auf diese schwerwiegenden Fehlerquellen, die mit dem Fange des Planktons durch Müllergazenetze verbunden sind, ist schon wiederholt hingewiesen; es liegt aber noch keine Untersuchung vor, die darauf ausgeht, möglichst genau die Menge und Zusammensetzung des wirklich im Meere vorhandenen Planktons über einen längeren Zeitraum hin zu bestimmen.

Diese Untersuchung, die für die fernere Planktonforschung große Bedeutung hat, ist in vorliegender Arbeit, die eine Fortführung meiner früheren Forschungen über das Meeresplankton bildet, zu geben versucht. Ermöglicht wurde mir die Durchführung dieser viel Zeit und Geld erfordernden Untersuchungen allein durch die Kommission, die mich mit der Ausführung beauftragte und die nötigen Geldmittel bewilligte. Ihr sowie dem Geschäftsführer derselben, Herrn Geheimrat Hensen, der meine Arbeiten in jeder Weise zu fördern suchte, spreche ich hiermit meinen aufrichtigen Dank aus.

Man hat wohl gemeint, daß der Verlust an Plankton, den jeder Fang mit dem Netz aus Müllergaze Nr. 20 erleidet, ohne wesentlichen Einfluß sei, da die Masse des im Meere wirklich vorhandenen Auftriebs nur etwa 2—3 mal so groß sei wie die vom Netz erbeutete Masse und es bei den Problemen, welche die Planktonforschung verfolgt, auf derartige Unterschiede nicht sehr ankäme. Diese Bemerkung ist aber nur richtig, wenn man einzig und allein die Masse (Gewicht oder Volumen) des Planktons betrachtet; sie wird schon unrichtig, wenn die chemische Zusammensetzung dieser Masse in Frage kommt, da im Netzplankton Tiere und Pflanzen in einem ganz anderen Verhältnis vertreten sind als im wirklichen Plankton des Meeres, und sie wird geradezu ungeheuerlich, wenn man sie auch auf die Individuenzahlen überträgt. Ich habe diese Dinge bereits vor 6 Jahren (Über den Reichtum des Meeres an Plankton, W. M. Bd. VII) hervorgehoben, muß sie hier aber von Neuem besprechen, da sie den Ausgangspunkt für die vorliegenden Untersuchungen bilden, und wie mir scheint, damals doch noch nicht nachdrücklich genug betont worden sind.

Vermöge der außerordentlichen Fläche, welche das Fadenwerk der Müllergaze repräsentiert und welche rund 6 mal so groß ist wie die der Maschenlöcher, hält das Netz stets auch von sehr kleinen Organismen, die sonst die Netzmaschen ohne weiteres passieren würden, einen kleineren oder größeren Bruchteil zurück, und daher konnte allerdings zunächst die Anschauung entstehen, als ob die Müllergaze überhaupt fast alle Planktonorganismen zurückhielte und der Verlust ein sehr geringer sei. Von diesen kleinen Formen wird naturgemäß am meisten zurückgehalten, wenn das Wasser sehr reich an sperrigen Diatomeen ist und durch deren Skelette die Lochfläche des Netzzeuges während der Filtration fortwährend noch weiter herabgesetzt wird. Stellt man daher zusammen, welche Formen vom Netz überhaupt noch zurückgehalten werden, so wird man eine außerordentlich reiche Liste erhalten, in der auch die Formen von wenigen μ -Durchmesser nicht fehlen. Würde man sich noch die Mühe geben und bei starker Vergrößerung den Netzfang lebend untersuchen, so würde man, glaube ich, selbst die aller kleinsten Organismen auffinden und Repräsentanten aller im Meere lebenden Formen erhalten.

Mit einer solchen Aufstellung ist indessen gar nichts über die Größe des Fangverlustes ausgesagt, auf dessen Feststellung es einzig und allein ankommt. Nicht die sorgfältigste Analyse des im Netz enthaltenen Planktons, sondern nur der quantitative Vergleich zwischen dem Netzinhalt und dem aus der gleichen Wassermasse zu gleicher Zeit und am gleichen Ort durch vollkommenere Mittel wirklich nachgewiesenen Planktonmengen kann wissenschaftlich brauchbare Aufschlüsse über die Verlustgröße ergeben. Filtrationen des Wassers durch Seidentaffet, gehärtete Papierfilter, endlich Zentrifugierungen von Wasser-

proben ermöglichen eine recht eingehende quantitative Analyse des wirklich im Meere vorhandenen Auftriebs. Zuerst 1899/00 bei Kiel, dann 1900/01 bei Syrakus, endlich 1902 im Atlantischen Ozean waren solche Untersuchungen von mir ausgeführt¹⁾. Sie ergeben übereinstimmend, daß die Metazoen mit wenigen Ausnahmen in genügender Weise oder vollständig vom Netz zurückgehalten werden, von den Protisten dagegen, Pflanzen wie Tieren, nur wenige große, oder mit sperrigen und hakenförmigen Fortsätzen versehene Formen, wie *Ceratium tripos*, die großen Rhizosolenien und Coscinodisken, Noctiluca, die großen Globigerinen und Radiolarien usw. gut gefangen werden, alle anderen Formen aber nur zum Teil und zwar meist zu einem kleinen Bruchteile vom Netz erbeutet werden. Von vielen Formen aber, wie Gymnodinien, Coccolithophoriden, Monadinen, manchen Tintinnen-Arten, waren in den Netzfängen gar keine oder nur einige wenige Individuen nachweisbar, obwohl sie im Meere in großer Anzahl vorhanden gewesen waren. Es handelt sich hier also nicht darum, daß im Meere etwa das 2- oder 3fache an Individuen der einzelnen Protisten-Arten vorhanden ist, wie in dem Netzfange, sondern daß die wirklich im Meer vorhandene Menge der Individuen 5-, 10-, 50-, 100- und noch mehrmals größer ist als die im Netzfange nachweisbare Zahl und daß die Arten, die dieser Verlust trifft, nicht im Stoffwechsel des Meeres bedeutungslose Organismen sind, sondern vorwiegend Peridineen, Diatomeen und andere Pflanzen, die als Ernährung eine hervorragende Bedeutung für das Leben im Meere haben.

Der Verlust, den die einzelnen Arten erleiden, ist kein konstanter, sondern wie gerade die vorliegenden Untersuchungen nachweisen, ein sehr wechselnder, von der Menge und Art des im Meere vorhandenen Auftriebs abhängiger. In Zeiten der Diatomeen-Wucherungen ist der Verlust für viele Arten sehr herabgesetzt; man erhält dann sehr große Netzfänge, wie in den Mischgebieten polarer und warmer Meeresströmungen und im Frühjahr und Herbst mancher Küstengebiete. Diese Fänge sind aber räumlich und zeitlich sehr beschränkt und für die Feststellung des durchschnittlichen Verlustes unbrauchbar. Bei Laboe betrug z. B. in den 15½ Monaten, während welcher wöchentlich gefischt wurde, die mittlere wahrscheinliche Größe der Netzfänge (mittl. Planktonnetz) aus 0—15 m Tiefe nur 1,0 ccm Setzvolumen, auf der Plankton-Expedition war dieselbe aus 114 Fängen mit dem großen Planktonnetz (0—200 m Tiefe) 5,5 ccm, dem ebenfalls etwa 1,0 ccm mit dem mittleren Netze entsprechen würde. Man wird also als mittlere Verlustwerte auch nur die Werte gelten lassen dürfen, die Netzfänge von etwa 1 ccm (resp. 6 ccm) Setzvolumen ergeben, nicht aber solche, die aus der Untersuchung von Fängen von 40—80 (resp. 200—500) ccm erhalten sind.

Da die Netzfänge demnach bei weitem nicht alles fangen, so kommt es also bei ihrer Anwendung und Beurteilung in erster Linie darauf an, was man untersuchen will. Liegt einem nur an dem Studium der Gewebstiere und einiger großer Protisten, so ist das Netz sicher das

¹⁾ 1901. Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20. *Wissensch. Meeresuntersuchungen*. N. F. Abt. Kiel, Bd. 5, Heft 2, pag. 47 ff.

1902. Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton, eod. loco, Bd. 7, pag. 1 ff.

1903. Untersuchungen über die Tier- und Pflanzenwelt sowie über die Bodensedimente des Nordatlantischen Ozeans zwischen dem 38. und 50. Grade nördlicher Breite. *Sitzungsberichte K. preuß. Akad. Wissenschaft*. Berlin, pag. 560—583.

beste und zweckmäßigste Instrument zur Materialgewinnung. Es leistet auch noch ausgezeichnete Dienste, wo es sich um rein faunistische und qualitative Untersuchungen handelt, da es vermöge seiner riesigen Fadenfläche auch von sehr kleinen Arten fast stets noch einen Bruchteil ihrer Individuen mitfängt. Quantitative Bestimmungen aber über das Vorkommen der meisten Protisten und einiger sehr kleiner Gewebstiere (Mastigocercen z. B., Eier von Rotatorien, Copepoden) geben fast stets viel zu kleine Werte und die auf Grund derselben gezeichneten Kurven für räumliches oder zeitliches Auftreten sind um so unsicherer je größer der Fangverlust der betreffenden Art ist. Es kommt vor, daß die Netzfänge ein Maximum vortäuschen, wo ein Minimum vorhanden war und umgekehrt. Endlich kann es, wenn das Volumen des Fanges nicht durch Absetzenlassen, sondern durch Rechnung bestimmt wird, auch noch dienen, ein Urteil über die Menge des im Meere enthaltenen Planktons zu gewinnen, indem man das gefundene Volumen mit 2 oder 3 multipliziert. Dagegen versagt das Netz, sobald es darauf ankommt, ein Bild von der quantitativen Zusammensetzung des Planktons aus Pflanzen und Tieren, aus Gewebstieren und Protozoen zu gewinnen und die Bedeutung der meisten einzelligen Planktonkomponenten sicher festzustellen. Endlich ist es ausgeschlossen, mit Netzfängen das Vorkommen aller derjenigen Organismen zu verfolgen, von denen das Netz nur zufällig einzelne Individuen zurückhält, wie das fast aller nackten Protisten, einer großen Zahl der kleineren Peridineen und Diatomeen, der Coccolithophoriden usw. Für derartige Untersuchungen sind also andere Apparate heranzuziehen.

Im flachen Wasser und bis zu Tiefen von etwa 100 m, vielleicht selbst 200 m, auch auf tiefem Wasser, läßt sich das Netz mehr oder weniger durch Schlauch, Pumpe und Filter ersetzen. Mit dem Schlauche ist es möglich, eine vertikale Wassersäule im Zusammenhang an Bord zu pumpen und nachher das Pumpwasser durch dichte Filter zu filtrieren. Die Resultate sind, sobald man eine genügende Wassermasse filtrierte, weit besser als die der Netzfänge für alle in großer Zahl auftretenden Formen, werden aber natürlich um so unsicherer je seltener die Arten sind, weil man schließlich doch im Maximum nur einige 100 Liter filtrieren kann, während das Netz mit Leichtigkeit in kürzester Zeit viele Hunderte durchpassieren läßt. Für größere Tiefen also, und für Gebiete mit starken Meeresströmungen, stürmischer Witterung, Brandung usw. wird der Schlauch kaum verwendbar sein, so gut und sicher sich sonst auch mit ihm arbeiten läßt. Für die vorliegenden Untersuchungen war die Anwendung von Schlauch, Pumpe und Filter die Grundlage; Netzfänge und Centrifugierungen dienten im wesentlichen nur zu ihrer Ergänzung. Die Centrifuge, die von mir mit bestem Erfolge für den Nachweis des kleinsten Planktons angewandt wurde, setzt immer die Entnahme von Wasserproben voraus und kann daher nur Stichproben aus den verschiedenen Tiefen einer vertikalen Wassersäule untersuchen. Sie ist daher zwar überall anwendbar und dürfte vor allem auch zur Prüfung des Organismengehaltes der abyssalen Wasserschichten von Bedeutung werden; sie gestattet ferner eine genauere quantitative Analyse solcher Wasserproben auf die allerkleinsten und zartesten, skelettlosen Protisten. Aber sie ist nicht imstande, den Inhalt einer zusammenhängenden Wassersäule direkt zu bestimmen; nur durch Interpolation und Rechnung läßt sich aus dem Inhalte der einzelnen Wasserproben der wahrscheinliche Gehalt der ganzen Wassersäule finden. Im folgenden ist dies geschehen, und da die Wassersäule nur 15 m Höhe hatte und jedesmal vier

Stichproben untersucht wurden, war eine recht genaue Bestimmung des Planktongehaltes möglich. Aber bei Zunahme der Länge der Säule und des Abstandes der einzelnen Stichproben voneinander muß natürlich die Zuverlässigkeit der Rechnung abnehmen¹⁾.

Da demnach weder das Netz noch das Filter oder die Centrifuge imstande sind, allen Anforderungen zu genügen und jeder dieser Apparate nur für einen bestimmten Teil der Planktonuntersuchungen sich eignet, wird es nötig, diese verschiedenen Methoden nebeneinander anzuwenden und sich gegenseitig ergänzen zu lassen. Indem man die kleinsten und zartesten Protisten durch Centrifugierung kleiner Wasserproben, die größten Protisten aber und Gewebstiere durch Netzfänge und die übrigen Organismen durch dichte Filter nachzuweisen sucht, ist man imstande, ein qualitativ wie quantitativ sehr zuverlässiges Bild von der Zusammensetzung des Planktons sich zu bilden. Aber es ergibt sich zugleich die Notwendigkeit, weit genauer als das bisher der Fall war, die Fehler und Vorzüge der einzelnen Methoden festzustellen und die Vergleichbarkeit der auf so verschiedenem Wege gewonnenen Resultate zu prüfen.

Beide Aufgaben: die Prüfung der verschiedenen Methoden und die Erforschung des Gesamtplanktons mittelst der letzteren suchte ich in den vorliegenden Untersuchungen ihrer Lösung entgegenzuführen.

Die Darlegung der methodologischen Ergebnisse bildet den ersten Teil der Arbeit. In ihm ist zunächst der Fangverlust der Netz- und Filterfänge und die Kompensierung dieser Verluste durch die Verwendung der Centrifuge besprochen. Da die in der Ostsee gewonnenen Resultate mit den früher von mir im Mittelmeer und Nordatlantischen Ozean erhaltenen Ergebnissen verglichen werden konnten, ergab sich ein sehr reiches Material, das als Grundlage für die Beurteilung der Netz-, Filter- und Centrifugenfänge dienen kann. Daran schließt sich die Besprechung einer neuen Kurvendarstellung, die es ermöglicht, in ein und demselben Maßstabe die Individuenzahl sämtlicher Protisten oder sämtlicher Metazoen, in gewissem Grade sogar aller Planktonformen, zum Ausdruck zu bringen. Ferner sind die verschiedenen Methoden, das Volumen des Planktons zu bestimmen, untersucht und der Versuch unternommen, durch direkte Bestimmung des Durchschnittsvolumens der Individuen der verschiedenen Arten die Gesamtmasse des Planktons und der einzelnen Organismengruppen rechnerisch festzustellen. Schließlich sind die Resultate dieses ganzen Abschnittes zusammengefaßt und ihre Anwendung auf die Planktonforschung erörtert.

Der zweite Teil behandelt dann den jährlichen Entwicklungsgang des Gesamtplanktons, wie ihn unsere wöchentlichen Fänge erkennen ließen. Es ist der erste Versuch, den Planktongehalt eines Meeresgebietes während eines vollen Jahres einer erschöpfenden Analyse zu unterwerfen, denn in Syrakus wie im Atlantischen

¹⁾ Natürlich könnte man mit der Pumpe gewonnenes Wasser, das einer zusammenhängenden vertikalen Wassersäule entspricht, nachträglich centrifugieren; dies würde vor allem in großem Maßstabe mit Dolley's Planktonokrit (C. S. Dolley, The Planktonokrit, Proceed. Acad. Natur. Sci. Philadelphia. 1896, pag. 276—289) ausführbar sein, der schnell größere Wassermassen zu centrifugieren gestattet. Aber es würden in dem umfangreichen Sedimente, das sich dabei bildet, die Mehrzahl der zarteren Organismen, auf die es bei den Centrifugierungen gerade ankommt, unter der Menge der größeren Formen und vor allem des Detritus zugrunde gerichtet werden und es würde ferner die Untersuchung und Verarbeitung des Sedimentes sehr erschwert. Nach meinen Erfahrungen ist es ratsam, die Wassermengen für die Centrifugierung so klein wie möglich zu nehmen, um möglichst wenig Detritus und möglichst gut erhaltene, noch lebende Organismen zu erhalten.

Ozean hatte ich nur für einzelne Tage das Gesamtplankton zu bestimmen gesucht. Die Kieler Bucht war für diese Untersuchung in ganz besonderem Grade geeignet, da hier aus früheren Jahren quantitative Beobachtungen in größerer Zahl vorlagen, vor allem die von Hensen in den 80er Jahren ausgeführten Planktonuntersuchungen, dann die allerdings nur ganz bruchstückweise veröffentlichten Resultate der von Apstein und Brandt in den 90er Jahren bei der Heulboje gemachten Fänge, endlich die Beobachtungen auf den internationalen Terminfahrten während der letzten Jahre. Auch die physikalischen Verhältnisse des Meerwassers waren hier durch die langjährigen Beobachtungen der Kommission in vorzüglichster Weise studiert. Es war daher möglich, verschiedene Jahrgänge nach ihren Existenzbedingungen sowie nach dem Auftreten derjenigen Planktonorganismen, die auch vom Netz einigermaßen oder vollständig gefangen werden, mit unseren Befunden zu vergleichen und auch die Abweichungen festzustellen, die zwischen dem Plankton an unserer Station und in den übrigen Teilen der Kieler Bucht auftreten. Trotz der sehr komplizierten Verhältnisse, die das Meer und dessen Bevölkerung in der Beltsee aufweisen, ergab sich eine recht große Gesetzmäßigkeit in der Entwicklung des Gesamtplanktons, die zum großen Teil durch die Netzfänge und deren Verwertung nicht zum Ausdruck gekommen war. Überall wurde neben der Individuenzahl auch das Volumen festgestellt, das eine Form im Gesamtplankton bildet. Gibt erstere nicht nur einen Ausdruck für die Betriebsamkeit einer Art, indem sie die Zahl der lebendigen Werkstätten angibt, die von ihr in Tätigkeit erhalten werden, sondern, da jede Werkstatt die Fähigkeit besitzt, gleichwertige Filialen zu errichten, zugleich auch einen Maßstab für die Steigerungsfähigkeit dieser Arbeit, sobald günstige Existenzbedingungen eintreten, so ermöglicht das Volumen in der hier angewandten Bestimmung ein Urteil über die Menge des zur Fangzeit von der betreffenden Form repräsentierten Materiales und gestattet so wenigstens eine rohe erste Vergleichung der verschiedenen Organismengruppen oder Betriebe. Nur so ist auch eine Vergleichung der Planktonmassen verschiedener Zeiten und verschiedener Gegenden möglich, bei der nicht wie bei dem bisher meist angewandten Setzvolumen lediglich das Auftreten einzelner sperriger Diatomeenarten zum Ausdruck kam. Die Disposition dieses zweiten Teiles ergab sich von selbst. Zuerst mußten die Existenzbedingungen am Fangorte erörtert werden; dann folgte die Besprechung des Auftretens der einzelnen Organismenformen und des Gesamtplanktons im allgemeinen, die zugleich als Zusammenfassung der Ergebnisse dienen kann. Es soll hier daher nur auf dies Schlußkapitel verwiesen werden.

Dagegen mögen noch einige Worte über die Art, wie die Untersuchungen ausgeführt wurden und über die Wahl des Beobachtungsortes folgen. Genauere Angaben finden sich bei der Besprechung der einzelnen Fangmethoden und der Existenzbedingungen an der Station.

Die Untersuchungen wurden in der Weise ausgeführt, daß wöchentlich an ein und derselben Stelle am Ausgange des Hafens (Fig. 2) mehrere Fänge mit dem mittleren Planktonnetz gemacht wurden, außerdem etwa 54 Liter Wasser aus der gleichen, vom Netz durchfischten Wassersäule aufgepumpt und filtriert und 4 Schöpfproben von je 1 Liter mit dem Krümmel'schen Wasserschöpfer aus 0, 5, 10 und 15 m Tiefe für die Centrifugierung, Salzgehalt- und NH_3 -

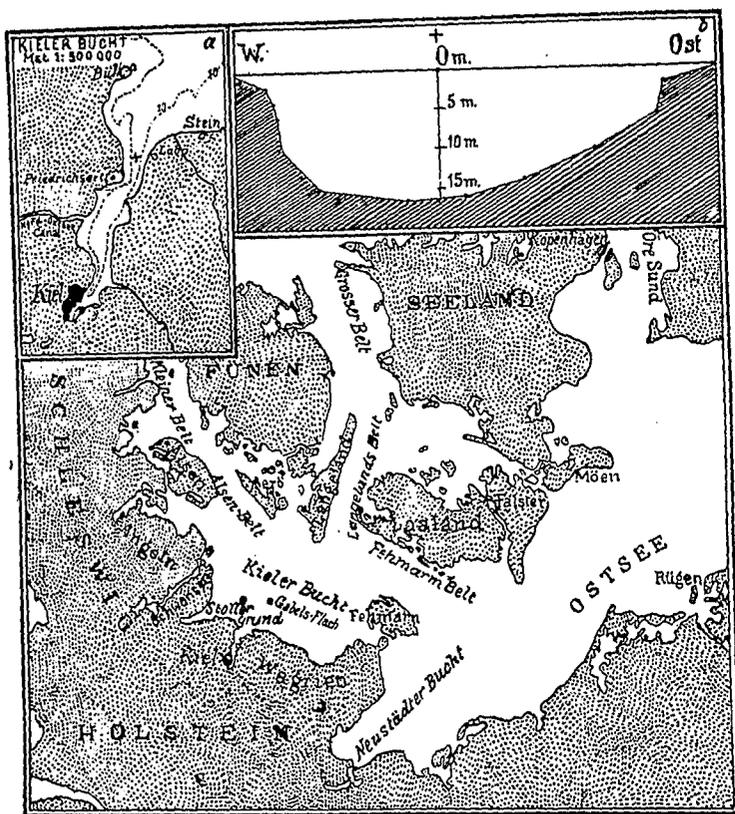
Stickstoff-Bestimmung entnommen wurden. Außerdem wurde Wassertemperatur in verschiedenen Tiefen, Durchsichtigkeit des Wassers und Stromrichtung festgestellt. Die Netzfänge wurden so verteilt, daß die Hälfte derselben gleich nach Ankunft und Verankerung des Schiffes, die andere Hälfte kurz vor Beendigung der Arbeiten ausgeführt wurden; in der Zwischenzeit wurde mit Schlauch und Pumpe gearbeitet. Gewöhnlich lag zwischen dem 1. und dem letzten Netzfange eine Zeit von rund 1 Stunde, so daß ein Vergleich derselben schon einen Aufschluß über die Konstanz oder den Wechsel des Planktongehaltes ergab. Das Pumpwasser wurde in große Schwefelsäure-Ballons von je ca. 27 Liter Inhalt geleitet und mit je $\frac{1}{2}$ Liter des käuflichen Formaldehyd versetzt, so daß eine 2% Lösung entstand, die genügte die Organismen abzutöten und zu fixieren. Nach der Rückkehr wurde die Filtration des Wassers durch Faltenfilter aus gehärtetem Papier (Schleicher & Schüll, Düren) im Laboratorium ausgeführt. Nimmt man hierzu 2 der von mir in der Arbeit „Über den Reichtum des Meeres“, Tafel III, Fig. 3 abgebildeten Zinktrichter, so ist die Filtration meist in $\frac{1}{2}$ Stunde vollendet; allerdings kann sie unter Umständen auch stundenlang sich hinziehen, wenn das Wasser sehr planktonreich ist. Ich habe stets die Ballons auf je 1 Stuhl auf den Tisch gestellt und durch einen Gummischlauch, der als Heber diente, das Wasser in die direkt auf dem Tische stehenden Trichter laufen lassen. Durch Klemmschrauben kann man den Zustrom derartig regulieren, daß kein Überlaufen der Trichter stattfindet. Allerdings ist eine stete Aufmerksamkeit nötig, da die Filter sich oft schnell verstopfen. Das filtrierte Wasser wurde vom Trichterbecken aus (siehe loc. cit., Tafel III, Fig. 3) durch einen 2. Schlauch in einen auf dem Fußboden stehenden leeren Ballon geleitet. Waren die Ballons geleert, so wurde das im Filter stehende Wasser unter sorgfältiger Abspülung des Filters bis zum unteren $\frac{3}{4}$ tel oder $\frac{4}{5}$ tel der Wandhöhe ablaufen gelassen, dann der Trichter auf einen Glaszylinder aufgesetzt und mit einem spitz ausgezogenem Glasstabe die Filterspitze durchstoßen. Das Abspülen der Filter muß sehr sorgfältig und kräftig geschehen; es genügt daher nicht den Spritzkolben mit dem Munde in Tätigkeit zu setzen, sondern man muß sich dazu eines recht kräftigen Gummiballons bedienen, wie er zum Zerstäuben von Parfüms benutzt wird. Auch ist es nötig das Faltenfilter, nachdem das Wasser abgelaufen, vom Trichter abzuheben und ausgebreitet auf den oberen Trichterrand zu legen, so daß es nur ganz flach eingesenkt ist und alle Falten ausgeglichen sind, und dasselbe nun noch einmal gründlich abzuspitzen. Der so im Glaszylinder gesammelte Filterfang wurde bedeckt einige Tage stehen gelassen, bis er sich völlig klar abgesetzt hatte; dann wurde das überstehende Wasser mit einem feinen Gummischlauch vorsichtig abgehebert. Damit der Bodensatz dabei nicht aufgerührt wurde und ein Teil des Fanges verloren ging, war in das untere Ende des Schlauches eine fein ausgezogene Glasröhre eingelassen, deren freies Ende hakenförmig umgebogen war, so daß die Öffnung derselben stets noch $\frac{1}{2}$ —1 cm über dem Sedimente sich befand. Trat die Absetzung des Fanges zu langsam ein, so wurde derselbe ein 2. Mal durch ein kleines Filter filtrierte und möglichst viel Wasser auf diese Weise entfernt. Die jetzt nur noch in 20—30—50 ccm Wasser suspendierten Fänge kamen dann in Meßzylinder, an denen nach 24 Stunden das Volumen abgelesen wurde. Netz- und Filterfänge wurden schließlich in Pillengläser getan und in 2% Formalinlösung aufbewahrt. Die Schöpfproben wurden gleich nach der Entnahme in Glas-

flaschen mit eingeschliffenem Stöpsel umgegossen und im Sommer in einen Eimer mit Eis gestellt. Im Laboratorium wurden sie gleichfalls möglichst kühl untergebracht und möglichst bald, jedenfalls aber noch am Fangtage selbst von jeder Probe 15 ccm nach gründlicher Durchschüttelung abpipettiert und zentrifugiert und das Sediment unter dem Mikroskop quantitativ analysiert. Die Untersuchung jeder Probe nahm je nach dem Reichtum des Wassers 1—2 Stunden in Anspruch. Außerdem wurde je $\frac{1}{4}$ Liter (250 ccm) durch gehärtete Filter filtriert, mit Formol versetzt und in den nächsten Tagen zentrifugiert und gleichfalls quantitativ auf die größeren und skelettragenden Organismen hin untersucht. Die Netz- und Filterfänge wurden nach Beendigung der regelmäßigen Fahrten nach den von Hensen ausgearbeiteten Methoden durchgezählt. Aus Netz-, Filter- und Zentrifugenfängen ergab sich dann die Zusammensetzung und Masse des Gesamtplanktons; ein Vergleich der mit den verschiedenen Apparaten erhaltenen Resultate ließ die Fehler und Vorzüge derselben erkennen. Die Netzfänge dienten wesentlich zum Nachweis der größeren und selteneren Formen, die Centrifuge für die Untersuchung der kleinsten und zartesten Organismen, das Filter für das Studium aller andern Formen.

Die Untersuchungen wurden begonnen am 5. April 1905 und beendet am 17. August 1906, dauerten also 72 Wochen; nur 1 Fahrt, gleich im 1. Monat, fiel aus. Von den an 71 Fangtagen gemachten Fängen wurden nur die Schöpfproben aus 0, 5, 10 und 15 m Tiefe ausnahmslos mit Centrifuge und Filter analysiert, so daß sie eine ununterbrochene Serie ergaben. Von 43 Fangtagen wurden außerdem auch die Filter- und Netzfänge einer Analyse unterworfen, indem aus den Zeiten geringen Wechsels in der Zusammensetzung des Auftriebs die Fänge mehrerer Fangtage überschlagen wurden. Auf Tafel XI—XVI und Tabelle B sind diejenigen Fangtage, von denen alle 3 Fangarten analysiert wurden, besonders gekennzeichnet. Wie ein Vergleich zeigt, gaben für alle Protisten und selbst für einige der häufigsten Gewebstiere schon die Schöpfproben durchaus brauchbare Werte. Voll zur Verwertung gekommen sind nur die Fahrten vom 24. August 1905 ab, da ich vorher noch mit der Herausarbeitung der besten Methode beschäftigt war und erst von diesem Datum ab, alle Fänge in gleicher Weise behandelt worden sind. Die früheren Fänge sind aber soweit wie möglich zur Vergleichung verschiedener Jahrgänge herangezogen.

Die physikalischen und chemischen Untersuchungen übernahm freundlichst Herr Dr. Gebbing, der für die Südpolar-Expedition die Wasseranalysen auszuführen hatte und dem die Fahrten eine sehr willkommene Gelegenheit boten, frische Wasserproben aus einem ganz anderen Meeresgebiete über den Verlauf eines ganzen Jahres hin untersuchen zu können. Der Salzgehalt wurde durch Titration, die Temperatur durch Kipp- und träge Thermometer festgestellt. Außerdem stellte er mir freundlichst die Resultate seiner sehr zeitraubenden Bestimmungen des Ammoniak-Stickstoffes zur Verfügung, die er zur Ergänzung seiner Untersuchungen von Wasserproben aus der Antarktis von den auf meinen Fahrten aus 5 und 15 m Tiefe gewonnenen Schöpfproben erhalten hatte. Ihm, sowie auch Herrn Dr. Laackmann, der regelmäßig die Fahrten begleitete und bei der Ausführung der Untersuchungen mit Rat und Tat half, spreche ich auch hier meinen herzlichsten Dank aus.

Die Wahl der Station war durch die verschiedensten Verhältnisse bedingt. Da wöchentliche Fahrten, wie mir meine Untersuchungen im Mittelmeer bewiesen hatten, unumgänglich notwendig waren, wenn ein sicheres Bild von der Entwicklung des Auftriebs im Jahr erhalten werden sollte, so war an die Mietung eines Dampfers, der pro Fahrt 40—50 *M.* gekostet haben würde, nicht zu denken. Andererseits war man im Segelboot allzusehr vom Winde abhängig und mußte mit stundenlanger Hin- und Rückfahrt rechnen, wenn die Fahrt, was sehr wünschenswert war, von Kiel aus statt fand. Ich mietete daher ein Motorboot, das pro Stunde 5 *M.* kostete und uns vom Winde und in ziemlichem Grade auch vom Seegange unabhängig machte.



Karte der Westlichen Ostsee.
Nebenharte a: Kieler Hafen, + Fangstation
" " b: Profil des Hafens an der Fangstation+

Fig. 2. Lage der Station und ihre Tiefenverhältnisse.

In 1 Stunde konnten wir mit diesem Fahrzeuge bis in die Nähe von Laboe gelangen und im Fahrwasser auf 15—16 m tiefem Grunde ankern. Wir waren hier im äußeren Teil des Hafens, nördlich der Enge bei Friedrichsort und nicht mehr weit von Bülck entfernt, das an der Mündung des Hafens liegt, und konnten, da Beobachtungen und Planktonfischerei rund 1 Stunde in Anspruch nahmen, in 3 Stunden die ganze Fahrt vollenden. Da wir des Morgens um 7 fortfahren, waren wir gewöhnlich etwas nach 10 wieder in Kiel, wo sofort mit der Verarbeitung des Materials begonnen wurde. Da nicht nur die Filtration des Pumpwassers und die Konservierung und Centrifugierung der Schöpfproben ausgeführt, sondern auch die bei der Centrifugierung erhaltenen Sedimente sogleich, während die Organismen noch lebten, quantitativ verarbeitet werden mußten, war es unbedingt nötig, so früh mit der Arbeit beginnen zu können. In den Zeiten des größten Planktonreichtums hielt sie uns trotzdem wiederholt bis in die Nacht hinein fest. Noch weiter hinauszufahren wäre aber auch des Seegangs wegen nicht ratsam gewesen, da derselbe bei nördlichen in den Hafen hineinstehenden Winden draußen das Ankern unmöglich machte und wir jedenfalls nicht auf tiefem Wasser hätten arbeiten können. Außerdem war es wünschenswert, daß die Schöpfproben sobald wie möglich untersucht wurden und nicht erst eine lange Fahrt zu überstehen hatten, damit die in ihnen enthaltenen Protisten möglichst frisch zur Untersuchung gelangten.

Man könnte einwenden, daß die vorliegenden Beobachtungen, da sie unmittelbar im Küstengebiet und noch dazu eines Binnenmeeres ausgeführt sind, wesentlich nur lokale Bedeutung besitzen könnten. Diese Bemerkung würde aber nur dann richtig sein, wenn man

wendig waren, wenn ein sicheres Bild von der Entwicklung des Auftriebs im Jahr erhalten werden sollte, so war an die Mietung eines Dampfers, der pro Fahrt 40—50 *M.* gekostet haben würde, nicht zu denken. Andererseits war man im Segelboot allzusehr vom Winde abhängig und mußte mit stundenlanger Hin- und Rückfahrt rechnen, wenn die Fahrt, was sehr wünschenswert war, von Kiel aus statt fand. Ich mietete daher ein Motorboot, das pro Stunde 5 *M.* kostete und uns vom Winde und in ziemlichem Grade auch vom Seegange unabhängig machte. In 1 Stunde konnten wir mit diesem Fahrzeuge bis in die Nähe von Laboe gelangen und im Fahrwasser auf 15—16 m tiefem Grunde ankern. Wir waren hier im äußeren Teil des Hafens, nördlich der Enge bei Friedrichsort und nicht mehr weit von Bülck entfernt, das an der Mündung des Hafens liegt, und konnten, da Beob-

versuchen wollte, bis in alle Einzelheiten hinein die Ergebnisse auf die Nordsee und Meeresgebiete anderer Klimate zu übertragen. Die Grunderscheinungen aber werden hier genau dieselben sein wie überall sonst im Meere. Für den methodologischen Teil der Untersuchungen war zweifellos die Lage unserer Station ganz besonders günstig, da sie sowohl sehr arme wie außerordentlich reiche Fänge zu machen erlaubte und einen großen Wechsel in der Zusammensetzung des Planktons nach den Jahreszeiten bedingt. Zweifellos würden auf hoher See weniger Engleniden, wahrscheinlich auch weniger Gymnodinien vorgekommen sein, andere Formen hätten dort ganz gefehlt und voraussichtlich hätte die größere Armut des Wassers an Plankton überhaupt die Anwendung der Centrifuge erheblich zeitraubender gemacht. Aber an den Resultaten wäre dadurch nichts geändert, um so weniger als mir zur Vergleichung Fänge aus dem Mittelmeer und Ozean zur Verfügung standen. Nachdem jetzt ein Gebiet gründlich in dieser Weise untersucht ist, können leicht, soweit das nötig ist, ergänzende Untersuchungen in anderen Meeresgebieten ausgeführt werden; zur ersten Durchführung war aber der Ausgang des Kieler Hafens in hohem Grade geeignet. Etwas schwieriger liegen die Verhältnisse für den 2. Teil der Arbeit, in dem es sich um die Erforschung des Entwicklungsganges des Planktons handelte, da zweifellos die Verhältnisse an der Station sehr kompliziert waren. Sie sind das aber in der ganzen Beltsee überall und es dürfte sehr schwer halten, in der westlichen Ostsee einen Ort zu finden, wo das nicht der Fall wäre. Sicher wäre das Ideal gewesen, diese Untersuchungen auf offenem Ozean, etwa von den Sandwichs-Inseln oder St. Helena aus, anstellen zu können, um Verhältnisse zu haben, die so einfach wie möglich sind. Dennoch ist es auch bei Laboe möglich gewesen, die Gesetzmäßigkeit im Auftreten und Schwinden des Planktons nachzuweisen. Und es liegt darin sicher ein weiterer Beweis für die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der quantitativen Methode in der Planktonforschung.

Teil I.

Die Methoden zur Bestimmung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton.

Bezeichnen wir die Summe des in einer durchfischten Wassermasse wirklich vorhandenen Planktons als „Vollplankton“, den Bruchteil aber, den von dieser Summe irgendein Fangapparat erbeutet hat, als „Fangplankton“, so wird die Abweichung des Fangplanktons vom Vollplankton ausschließlich durch den Fangverlust bedingt. Zu diesem Fehler der Fangmethode kommt aber noch ein sehr erheblicher Fehler der Verarbeitungsmethode des Fanges hinzu, der die Volumenbestimmung betrifft. Endlich bedarf es einer besonderen Prüfung, wie weit das Ergebnis einer (selbst völlig fehlerfreien) Analyse des Vollplanktons einer einzelnen Wassersäule als genauer Ausdruck des Planktongehaltes des Untersuchungsgebietes betrachtet werden kann. So würden sich 3 Untersuchungen als notwendig herausstellen:

1. die Untersuchung über den Fangverlust,
2. die Untersuchung über die Bestimmung des Volumens,
3. die Anwendung der verschiedenen Methoden und der Wert der einzelnen Zahlen.

I. Der Fangverlust.

Über den Fangverlust, der bei dem Fischen mit den gewöhnlichen Planktonnetzen aus feinsten Müllergaze (Nr. 20) entsteht, ist bereits ausführlich von Kofoid, Volk und mir in früheren Arbeiten berichtet¹⁾. Die genaue Kenntnis dieses Verlustes ist praktisch von der größten Bedeutung, da diese Netze die bequemsten und daher gebräuchlichsten Fangapparate darstellen; nur daraus dürfte sich auch erklären, wenn immer noch einige Forscher den Verlust als relativ unbedeutend hinzustellen suchen und für die vollständige Analyse der Netzfänge eintreten. Ich muß deshalb auch hier wieder gerade diesen Fangverlust von Neuem besprechen. Aber auch alle anderen Fangapparate arbeiten mit einem spezifischen Verluste und nur eine Kombination verschiedener Fangmethoden ermöglicht es, eine nahezu vollständige Gewinnung des Vollplanktons zu erreichen. Die Methoden, die hier in Betracht kommen sind die der Netzfiltration, der Filtration durch dichte Filter und die Centrifugierung. Jede Methode wird besonders zu besprechen sein.

¹⁾ 1897. Ch. Kofoid, On some important sources of error in the plankton method, Science, N. S. vol. 6, pag. 829—832; 1901. R. Volk, Hamburg. Elbuntersuchungen, Mitt. Naturh. Museum Hamburg, Bd. 18. 1901. H. Lohmann, Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20. Wissensch. Meeresunters. N. Folge, Abt. Kiel, Bd. 5. 1902. H. Lohmann, Über den Reichtum des Meeres an Plankton, Wiss. Meeresunters. N. Folge, Abt. Kiel, Bd. 7.

1. Der Fangverlust beim Netzfange.

Auf Grund meiner früheren Untersuchungen in der Ostsee und im Mittelmeer konnte ich feststellen, daß „die Müllergaze fast nur die Gewebstiere ausreichend“ fängt „während sie von allen anderen Organismen nur Bruchteile zu fangen vermag. Einzelne besonders große Protisten wie die Noctiluken, Pyrocysten, *Ceratium tripos*, *Ethmodiscus* u. a. wurden allerdings vollständig erbeutet, aber dafür gehen die wichtigen Gruppen der Tintinnen, Foraminiferen, Chrysomonaden und Gymnodinien fast ganz verloren. Was von ihnen mit Müllergaze gefangen wird, ist ein verschwindend kleiner Bruchteil ihrer wirklich im Meere vorhandenen Menge und kann über das Vorkommen dieser Formen keinen wissenschaftlich brauchbaren Aufschluß geben“ (Seite 74, Über den Reicht. d. M. an Pl.). Die Größe des Fangverlustes für die einzelnen Arten und Artgruppen war in eine Reihe von Tabellen übersichtlich zusammengestellt, so daß eine schnelle Orientierung möglich war.

Die Resultate waren im wesentlichen basiert auf die quantitative Analyse von 76 Liter Oberflächenwasser aus der Ostsee, das zunächst durch Müllergaze 20 und darauf durch gehärtete Papierfilter filtriert wurde. Auf der Müllergaze blieb ein Fang von 0,9 ccm, auf dem Papierfilter ein solcher von 0,8 ccm. Die Untersuchung wurde am 8. November 1899 ausgeführt. Außerdem wurden in der Zeit vom 28. Oktober 1899 bis 2. Juni 1900 in der Kieler Bucht an 13 verschiedenen Tagen Vergleichsfänge in derselben Weise gemacht und das Fangvolumen des Müllergaze- und Papierfilterfanges durch Absetzenlassen bestimmt. Diesen Versuchen gegenüber konnte eingewandt werden, daß die Filtrations-Verhältnisse im vertikal gezogenen Planktonnetz und in dem an Bord frei aufgehängtem Müllergaze-Beutel so verschiedene seien, daß den Resultaten eine absolute Beweiskraft nicht beigelegt werden könnte. Allerdings ließen die genauere Analyse des Fangverlustes und die übereinstimmenden Resultate anderer Forscher diesen Einwand nur von sehr geringer und wesentlich theoretischer Bedeutung erscheinen, und Hensen suchte, indem er vollständig die Bedeutung der Ergebnisse anerkannte, durch die Verwendung anderer Netzstoffe und Netzformen den sehr bedeutenden Fangverlust zu heben. In Syrakus beseitigte ich die Möglichkeit eines solchen Einwandes dadurch, daß ich 2 Parallelfänge im Meere ausführte, indem ich 2 völlig gleiche vertikale Wassersäulen durchfischte, die eine mit einem Müllergaze-Netz in der üblichen Weise, die andere dagegen mit Pumpe und Schlauch. Während des Pumpens wurde das untere Schlauchende gleichmäßig von der Oberfläche bis zum tiefsten Punkte der abzufischenden Wassersäule gesenkt und ebenso gleichmäßig und ohne Unterbrechung wieder emporgezogen, und dieser Vorgang so oft wiederholt bis eine genügende Wassermasse (75—100 L.) an Bord gepumpt war. Schon während des Pumpens wurde das Wasser durch große Filter aus gehärtetem Papier, die cardanisch im Boot aufgehängt waren (cfr. loc. cit. Taf. III, Fig. 3) filtriert und das Sediment in Formol konserviert. Die Vergleichung dieser beiden Parallelfänge ergab dann den Netzfangverlust. Die Länge der abgefischten Wassersäule betrug 100 m. Solcher Fänge wurden in der Zeit vom Oktober 1900 bis Mai 1901, 5 ausgeführt; einer davon wurde einer vollständigen quantitativen Analyse unterworfen. Im übrigen wurde der Netzfangverlust durch Untersuchung von Appendicularien-Gehäusen und von Wasserproben aus verschiedener Tiefe, die durch Seidentaffet filtriert wurden, festzustellen gesucht.

Eine genaue Analyse des Artverlustes lag also vor von 2 Fängen, je 1 aus Ostsee und Mittelmeer. Das untersuchte Meerwasser hatte an Netzplankton enthalten in je 175 Litern in der Ostsee 2,0 ccm, im Mittelmeer hingegen nur 0,1 ccm Setzvolumen. Bei Laboe betrug das wahrscheinliche mittlere Volumen aus 196 Fängen, die in 17 Monaten an 72 Tagen gemacht wurden, nur 1,0 ccm pro Fangtag, d. h. an 50% aller Tage war das Fangvolumen höher, in 50% noch niedriger¹⁾.

Eine solche Armut des Wassers an Netzplankton wie im Mittelmeer wurde bei Kiel nie beobachtet. Es war daher verständlich, daß der Verlust im Mittelmeer durchschnittlich noch höher gefunden wurde als in der Ostsee, wenn auch die allgemeinen Ergebnisse hier wie dort die gleichen waren.

Die jetzt vorliegenden neuen Untersuchungen zwangen mich nun den Netzfangverlust von Neuem genau zu studieren, da eine Erforschung des Vollplanktons nur durch die Kombination von Netz-, Filter- und Zentrifugenfängen möglich war und der Wert jeder einzelnen Methode festzustellen war. Ich habe daher 11 Parallelfänge von Laboe von möglichst verschiedenem Fangvolumen vollständig analysiert und in gleicher Weise wie die vorigen Fänge verrechnet. Die Fangmethode ist die gleiche wie in Syrakus, nur wurde die Filtration des Pumpwassers nachdem ihm Formol zugesetzt war, erst im Laboratorium ausgeführt.

Endlich hatte ich noch Gelegenheit, im Atlantischen Ozean auf hoher See während einer Kabelfahrt mehrere Vergleichsfänge auszuführen, indem geschöpftes Oberflächenwasser gleichzeitig zum Teil durch Müllergaze, zum Teil durch Seidentaffetbeutel filtriert wurde. Hiervon wurden 2 Vergleichsfänge ebenfalls analysiert. Leider war es unmöglich, auf dieser interessanten Fahrt den Schlauch zu verwenden, da die Strömung überall zu intensiv war und ein vertikales Hinablassen des Schlauchs unmöglich machte.

Um daher noch bessere Angaben über den Netzfangverlust aus dem Gebiete des warmen Wassers zu erhalten, unterzog ich nachträglich noch 3 weitere Parallelfänge aus Syrakus der Analyse, so daß die nachstehenden Ergebnisse sich auf die Analyse von 18 Parallelfängen stützen, von denen 12 aus der Ostsee, 4 aus dem Mittelmeer, 2 aus der Hochsee des Atlantischen Ozeans stammen.

Eine Übersicht des Materials füge ich bei, da es wichtig ist, den Wert der einzelnen Proben beurteilen zu können:

Im Einzelnen betrug das Fangvolumen:	über 100 ccm	Setzvolumen an 1,5% der Fangtage,
„ 50—100 „ (inkl.)	„ „	2,5%
„ 25—50 „ „	„ „	8,5%
„ 10—25 „ „	„ „	7,0%
„ 5—10 „ „	„ „	9,5%
„ 1—5 „ „	„ „	12,5%
„ 0,3—1 „ „	„ „	58,5%

Das arithmetische Mittel aller Fangtage würde 11,4 ccm sein, ein Wert, der hier keine Bedeutung hat, da er nur das Mittel aus den extremen Werten bezeichnet.

	I	II	III	IV
1. Meeresgebiet	Ostsee	Atlant. Ozean	Ostsee	Mittelmeer
2. Ort	Kieler Bucht	39 $\frac{1}{2}$ ° N., 40° W. 35 $\frac{3}{4}$ ° N., 53 $\frac{1}{2}$ ° W.	Kieler Bucht	Syrakus
3. Datum	8. XI. 99	2. VI. u. 1. VII. 02	IV. 05—VIII. 06	26. X. 00—30. IV. 01
4. Tiefe, aus der das Wasser entnommen wurde	0 m	0 m	0—15 m	0—50 u. 0—110 m
5. Wassermasse, die untersucht wurde:				
a) mit Müllergaze No. 20	76 Lit.	100 Lit.	175 Lit.	450 u. 1300 Lit.
b) mit dichten Filtern	76 Lit.	20 u. 25 Lit.	54 Lit.	32; 50; 79 Lit.
c) Verhältnis von a : b	1 : 1	1 : 4—5	1 : 3	1 : 14; 1 : 26; 1 : 14
6. Setzvolumen des Müllergazefanges	0,9 ccm	?	0,3—81,0 ccm	0,1—18,0 ccm
7. Menge des in 175 Litern Meerwasser enthaltenen Müllergazefanges	2,0 ccm	?	0,3—81,0 ccm	0,01—2,4 ccm
8. Zahl der vollständig analysierten Fänge	1	2	11	4
9. Fangmethode	Filtration durch Beutel aus Müllergaze und Seidentaffet resp. durch gehärtete Papierfilter		Vertikaler Zug mit dem Netz und Abfischung der gleichen Wassersäule mit Pumpe und Schlauch	

Zunächst stehen methodisch die Parallelfänge der Reihe III erheblich höher als die Fänge der Reihen I und II, da nur bei jenen die Netzfiltration in normaler Weise ausgeführt wurde; außerdem bieten sie eine vollständige Serie sehr verschieden reicher Fänge dar und geben die Möglichkeit, den Einfluß verschieden großen Planktongehaltes des Wassers auf den Fangverlust zu untersuchen. Die Fänge aus dem Mittelmeer erscheinen den Ostseefängen gegenüber sehr klein; es ist aber zu bedenken, daß alle Netzfänge mit dem mittleren Planktonnetz ausgeführt wurden und der mittlere wahrscheinliche Wert eines Fanges aus 175 Liter Wasser auch für die Kieler Bucht nur 1,0 ccm Volum. beträgt. Die sehr hohen Werte sind extreme, nur kurze Zeit auftretende und wesentlich durch Chaetoceras bedingt. Will man also Mittelwerte für den Fangverlust erhalten, so darf man nicht diese Massenfänge zu Grunde legen, sondern vielmehr kleine Fänge von etwa 1,0 ccm Vol. sowohl für die Ostsee wie für das Mittelmeer und den freien Ozean. Denn auch die Plankton-Expedition machte an 106 Stationen auf der ganzen Fahrt durch kalte und warme Stromgebiete einen wahrscheinlichen mittleren Fang von 5,5 ccm Setzvolumen mit dem großen Planktonnetz, dem ein Volumen von etwa 1,0 ccm mit dem von mir verwendeten mittleren

Netze entsprechen würde¹⁾. Von Bedeutung für den Fangverlust werden im wesentlichen sein der Gehalt des Meeres an Netzplankton und die Menge der die Netzfläche bedeckenden Fangmasse. Hiernach ergeben sich nachstehende Werte für Atlant. Ozean (Plankton-Expedit.), Mittelmeer und Ostsee:

	Atlantischer Ozean		Mittelmeer	Ostsee
	Kaltes Wasser	Warmes Wasser		
1. in 175 Liter Meerwasser war an Netzplankton (Setzvolumen)	Sommer 0,02—1,8 ccm	Herbst 0,1—0,5 ccm	0,01—0,7 ccm ²⁾	0,02—8,5 ccm
2. auf 1 qudcm Netzfläche kam an Fangmasse . . .	0,008—0,9 ccm	0,02—0,02 ccm	0,005—0,25 ccm	0,001—0,6 ccm
				0,3—80,5 cmm
				0,004—1,1 ccm

Es ist also das Wasser der Kieler Bucht bei weitem am reichsten an Netzplankton gewesen; am nächsten stand ihr das Mittelmeer; am ärmsten war das Warmwassergebiet des Atlantischen Ozeans. Im allgemeinen ist daher zu erwarten, daß der Fangverlust in der Ostsee weniger erheblich ist, als in den anderen hier untersuchten Meeresteilen, da sich am schnellsten Fangmasse auf der Netzfläche ansammelt. Der maximale Gehalt von 80,5 ccm in 175 Litern übertrifft sogar alle anderen Maxima um das Vielfache. Auf der anderen Seite war in der Ostsee die Wassersäule, welche durchfischt wurde, nur sehr kurz (15 m), während sie im Mittelmeer im Durchschnitt 75 m und im Ozean 200 m lang war. Daher war die Fangmasse in der Ostsee trotz des größeren Wasserreichtums meist kleiner als in den übrigen Gebieten und die Bedeckung der Netzfläche demnach vielfach eine schwächere. Mit anderen Worten: bei Beginn des Netzaufzugs waren die Ostseefänge im Vorteil durch den weit größeren Reichtum des Wassers an Netzplankton, die Atlantischen Warmwasserefänge aber am stärksten im Nachteil; wären alle Fänge aus gleicher Tiefe gemacht, so würde dieses Verhältnis, gleich dichte Verteilung des Netzplanktons in jeder Wassersäule vorausgesetzt, sich immer mehr zu Gunsten der Ostseefänge gesteigert haben; da die letzteren aber bereits nach 15 m abgebrochen wurden, während die Mittelmeerefänge noch 5 mal so weit und die Ozeanfänge sogar mehr als 13 mal so weit fortgesetzt wurden, wurde die Filtration der letzteren relativ günstiger und ihr Abstand von den Ostseefängen geringer. Am Schluß des Netzaufzugs ist daher vielfach die Bedeckung der Netzwand mit Fangmasse bei den den anderen Meeresgebieten entnommenen Fängen stärker gewesen als bei den Ostseefängen; da aber die maximale Bedeckung in der Ostsee (1,1 ccm) selbst die höchsten Maxima des Ozeans und Mittelmeeres übertrifft, so geben uns die Ostseefänge in ihren verschiedenen Abstufungen in Wirklichkeit ein sehr gutes Material, um den Fangverlust unter den für das Netz günstigsten Bedingungen (Reichtum des Wassers an Netzplankton, Bedeckung der Netzfläche

¹⁾ Im Einzelnen wurde gefunden, wenn man die Werte für das mittlere Planktonnetz umrechnet (= $\frac{1}{6,5}$ des großen Netzes) über 100 ccm Setzvolumen (= 650 ccm gr. N.) in — % der Station

50—100	"	"	(= 325—650 ccm gr. N.)	"	— %	"	"
25—50	"	"	(= 160—325	"	2 %	"	"
10—25	"	"	(= 65—160	"	3 %	"	"
5—10	"	"	(= 32—65	"	2 %	"	"
1—5	"	"	(= 6,5—32	"	38,5 %	"	"
0,2—1	"	"	(= 1,5—6,5	"	54,5 %	"	"

²⁾ In der Mündung des Amazonenstromes kamen noch erheblich größere Massen vor, die bis auf 10 ccm stiegen.

mit Plankton) festzustellen. Ist das zunächst geschehen, so wird alsdann die Beurteilung der Mittelmeerfänge und schließlich der Ozeanfänge keine Schwierigkeit mehr bieten.

a) Der Fangverlust bei Netzfängen in der Ostsee.

Tabelle I: Netzfang-Verlust, Ostsee.

(N. = Netzfang; A. Fang mit Filter und Centrifuge; Vl. Fangverlust: = $\frac{A.}{N.}$)

Bezeichnung der Formen	Nr.	Setz-Vol. v. N. in ccm											Grenzwerte des Verlustes	
		Dat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Min.
		31. I. 06	27. VI. 06	14. II. 06	17. I. 06	8. XI. 05	28. III. 06	2. VIII. 05	9. VIII. 05	4. X. 05	14. IX. 05	10. V. 05		
1. Bakterien-Kolonien	N. A. Vl.	— — —	— 200000 all.	— — —	— v. all.	— — —	— — —	— 2600 all.	— — —	— — —	— — —	— — —	all.	all.
2. <i>Anabaena baltica</i> Schmidt	N. A. Vl.	— — —	23 3800 165	— 470 all.	— — —	— — —	— v. all.	71 15000 211	2300 41000 18	— — —	— — —	— — —	18	all.
3. <i>Nodularia spumigena</i> Mert.	N. A. Vl.	— — —	450 23 (20 l)	— 30 all.	— — —	— — —	— — —	1 — (all. l)	2700 28 (96 l)	270 190 (1,5 l)	400 1300 3	— — —	3	all.
4. <i>Melosira borrieri</i> Grev.	N. A. Vl.	8300 83000 10	— v. all.	5200 51000 10	19000 70000 4	— — —	1200 15000 12	440 — (all. l)	v. — (all. l)	v. — (all. l)	— — —	— — —	4	all.
5. <i>Coscinodiscus concinnus</i> W. Sm.	N. A. Vl.	2 — (all. l)	15 6 (2 l)	12 — (all. l)	— — —	— — —	300 300 1,0	96 41 (2 l)	290 250 (1,1 l)	4 — (all. l)	40 10 (4 l)	2 — (all. l)	1,0	1,0
6. <i>Thalassiosira nana</i> n. sp.	N. A. Vl.	— — —	— — —	— — —	82000 all.	230000 all.	110000 all.	2300 all.	— — —	170000 all.	630000 all.	— — —	all.	all.
7. <i>Rhizosolenia alata</i> Btw.	N. A. Vl.	600 all.	— — —	470 all.	51 (all. l)	8000 27000 3	v. — (all. l)	23000 47000 2	41000 86000 2	28000 60000 2	8500 10000 1,2	7300 15000 2	1,2	all.
8. <i>Rhizosolenia setigera</i> Btw.	N. A. Vl.	— — —	— — —	— — —	— — —	110 all.	— — —	110 17000 154	12000 170000 14	330 — (all. l)	700 3600 5	6000 12000 2	2	all.
9. <i>Skeletonema costatum</i> Grev.	N. A. Vl.	— 43000 all.	70000 12000000 171	190 31000 163	— 66000 all.	— 340000 all.	9500 1300000 137	4900 15000000 30600	28000 118000000 4200	1400000 70000000 50	75000000 114000000 1,5	960000 2400000 2,5	1,5	all.
10. <i>Chaetoceras</i> alle	N. A. Vl.	630 43	4700 430000 91	95 24000 252	2500 3700 1,5	1600 120000 75	240000 4800000 20	14000 7600000 5400	160000 93000000 581	3700000 13000000 3	59000000 94000000 1,6	7300000 71000000 1,0	1,0	5400
11. <i>Chaetoceras</i> große Formen	N. A. Vl.	450 10000 22	790 36000 45	95 19000 200	? ? ?	? ? ?	? ? ?	? ? ?	1800 670000 372	460000 3300000 7	4800000 6700000 1,4	5100000 4800000 1,0	1,0	372
12. <i>Chaetoceras</i> kleine Formen	N. A. Vl.	180 6600 37	3900 410000 105	— 330 all.	? ? ?	? ? ?	? ? ?	? ? ?	159000 92000000 578	3200000 9600000 3	54000000 87000000 1,6	2100000 1200000 (1,7 l)	1,6	all.
13. <i>Thalassiothrix nitschoides</i> Grun.	N. A. Vl.	— 93000 all.	660 300000 454	48 120000 2500	200 41000 205	32000 810000 25	2400 380000 158	25000 120000 5	49000 240000 5	92000 170000 1,8	200000 300000 1,5	690000 1000000 1,4	1,4	all.
14. <i>Nitzschia closterium</i> W. Sm.	N. A. Vl.	— 12000 all.	— 24000 all.	— 8000 all.	— 7000 all.	— 26000 all.	— 29000 all.	— — —	95 — (all. l)	— v. all.	— 91000 all.	— 21000 all.	all.	all.
15. <i>Gymnodinium</i> kleine Formen	N. A. Vl.	— 410000 all.	— 47000000 all.	— 250000 all.	— 96000 all.	— 90000 all.	— 1700000 all.	— 2000000 all.	— 1200000 all.	— 130000 all.	— 180000 all.	— 40000 all.	all.	all.
16. <i>Amphidinium rotundatum</i> n. sp.	N. A. Vl.	— 330000 all.	— 380000 all.	— 140000 all.	— 170000 all.	— 130000 all.	— 440000 all.	— 12000 all.	— — —	— 28000 all.	— 18000 all.	— 3600 all.	all.	all.
17. <i>Pouchetia parva</i> n. sp.	N. A. Vl.	— — —	— 5500 all.	— — —	— — —	— 2400 all.	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— 9600 all.	all.	all.

Tabelle I: Netzfang-Verlust, Ostsee. (Fortsetzung.)

Bezeichnung der Formen	Nr.	Setz-Vol. v. N. in ccm											Grenzwerte des Verlustes		
		Dat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Min.	Max.
		31. I. 06	27. VI. 06	14. II. 06	17. I. 06	8. XI. 05	28. III. 06	2. VIII. 05	9. VIII. 05	4. X. 05	14. IX. 05	10. V. 05			
		0,3	0,4	0,4	0,5	0,9	2,0	3,3	8,0	16,0	31,5	81,0			
18. <i>Exuviaella baltica</i> n. sp.	N. — A. — VI. —	— — —	— 450000 all.	— — —	— v. all.	— — —	— — —	— — —	— 46000 all.	— 68000 all.	— 21000 all.	— 121000 all.	— — —	all.	all.
19. <i>Prorocentrum micans</i> Stein	N. — A. 650 VI. all.	— — all.	— 350 all.	— 380 all.	— 410 137	3 130000 3600	36 — —	— — —	8 300000 37500	8900 1400000 157	1000 170000 170	8200 460000 56	210 — (all. l.)	56	all.
20. <i>Glenodinium trochoideum</i> Stein	N. — A. — VI. —	— — —	— 230000 all.	— 300 all.	— 3100 all.	— 3700 all.	— 300 all.	— — —	— — —	— 270000 all.	— 1900 all.	— — —	— 180 all.	all.	all.
21. <i>Heterocapsa triquetra</i> Stein	N. — A. — VI. —	— — —	— 28000000 all.	— — —	— 610 all.	— — —	— — —	— — —	— 41000 all.	— 260000 all.	— — —	— 900 all.	— 1900 all.	all.	all.
22. <i>Ceratium fusus</i> Duj.	N. 3300 A. 11000 VI. 3	— — —	240 830 3	5700 12000 2	7600 16000 2	24000 53000 2	300 800 3	— — —	12000 25000 2	57000 76000 1,3	110000 190000 1,7	47000 99000 2	250 110 (2 l.)	1,3	3
23. <i>Ceratium furca</i> Duj.	N. — A. — VI. —	— — —	— — —	— — —	— — —	15 3100 206	— — —	— — —	— — —	— — —	9 160 18	— v. x.	— — —	18	206
24. <i>Ceratium longipes</i> Bail.	N. 70 A. 84 VI. 1,2	— — —	82 350 4	87 170 2	58 63 1,1	42 270 6	50 30 (1,7 l.)	350 310 (1,1 l.)	1700 730 (2 l.)	230 1100 5	1300 1900 1,4	700 53 (13 l.)	1,2	6	
25. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller, form. <i>typica</i>	N. 14000 A. 28000 VI. 2	— — —	46000 60000 1,3	8000 15000 2	23000 28000 1,2	154000 255000 1,6	600 800 1,3	89000 63000 (1,4 l.)	170000 170000 1,0	150000 180000 1,2	160000 180000 1,1	3300 3000 (1,1 l.)	1,0	2	
26. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller, form. <i>lineata</i>	N. — A. — VI. —	— — —	— — —	— — —	— 63 all.	30 1300 43	— — —	— — —	— — —	— 28 all.	210 5300 25	20 4700 235	— — —	25	all.
27. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller, form. <i>lata</i>	N. — A. — VI. —	— — —	— — —	— — —	— — —	— 270 all.	— — —	— — —	— — —	— — —	720 14000 19	2000 5600 3	7 — (all. l.)	3	all.
28. <i>Peridinium depressum</i> Bail.	N. — A. v. VI. all.	— — —	— — —	— — —	— v. all.	6 45 7	5 (all. l.)	53 61 1,1	26 200 8	160 450 3	800 20000 25	13 — (all. l.)	1,1	all.	
29. <i>Peridinium divergens</i> Ehbgr.	N. 15 A. 200 VI. 13	— — —	7 — (all. l.)	8 29 4	93 160 1,7	200 450 2	— — —	— 800 100	310 4900 16	3300 4100 1,2	1800 4400 2	33 — (all. l.)	1,2	100	
30. <i>Peridinium pellucidum</i> Bergh.	N. 6 A. 910 VI. 151	— — —	— 240 all.	— 820 all.	17 5500 323	310 16000 51	— 1200 all.	80 3200 40	100 15000 150	390 19000 49	700 8400 12	420 21000 50	12	all.	
31. <i>Peridinium conicum</i> Gran.	N. — A. 200 VI. all.	— — —	— — —	— 87 all.	v. 2300 x.	6 230 38	— — (all. l.)	23 — (all. l.)	27 28 1,0	1200 2100 1,7	300 600 2	100 1000 10	1,0	all.	
32. <i>Peridinium pallidum</i> Ostenf.	N. 1 A. 300 VI. 300	— — —	— — —	— — —	12 130 11	— 460 all.	— — —	— — —	180 310 1,7	180 320 1,8	100 700 7	570 1500 2,6	1,7	300	
33. <i>Peridinium</i> sp.?	N. — A. — VI. —	— — —	— 110000 all.	— — —	— — —	— — —	— — —	— — 35000 all.	— — 140000 all.	— — 5000 all.	— — 6000 all.	— — — —	all.	all.	
34. <i>Protoceratium reticulatum</i> Cl. et L.	N. — A. — VI. —	— — —	— — —	— 58 all.	— — —	— — —	— — —	— — —	— v. all.	— 400 all.	50 1400 28	96 3200 33	28	all.	
35. <i>Dinophysis acuta</i> Ehbgr.	N. 1 A. 1800 VI. 1800	— — —	— 2600 all.	8 930 116	1200 all.	520 36000 69	— v. all.	— 5600 all.	1300 200000 154	1500 32000 21	1400 22000 16	220 6400 29	16	all.	
36. <i>Dinophysis acuminata</i> Jörg.	N. — A. 400 VI. all.	— — —	— 470 all.	— 78 all.	— — —	— 310 all.	— — —	— 100000 all.	— 58000 all.	— 2800 all.	200 2200 11	— 1800 all.	11	all.	
37. <i>Dinophysis rotundata</i> Cl. et L.	N. — A. 84 VI. all.	— — —	— 240 all.	— 260 all.	— 190 all.	— 1700 all.	— — —	— 530 all.	22 700 32	170 1200 7	150 2400 16	16 53	3	all.	

Tabelle I: Netzfang-Verlust, Ostsee. (Fortsetzung.)

Bezeichnung der Formen	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Grenzwerte des Verlustes		
		Dat.	31. I. 06	27. VI. 06	14. II. 06	17. I. 06	8. XI. 05	28. III. 06	2. VIII. 05	9. VIII. 05	4. X. 05	14. IX. 05	10. V. 05	Min.	Max.
Setz-Vol. v. N. in ccm		0,3	0,4	0,4	0,5	0,9	2,0	3,3	8,0	16,0	31,5	81,0			
38. <i>Chrysonadinen</i> , nackte Formen	N. A. VI.	— 240000 all.	— 94000 all.	— 200000 all.	— 82000 all.	— — —	— 4000000 all.	— — —	— — —	— 40000 all.	— 2500000 all.	— 52000 all.	— — —	all.	all.
39. <i>Pontosphaera huxleyi</i> Lohm.	N. A. VI.	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— 210000 all.	— 2400000 all.	— — —	— — —	all.	all.
40. <i>Rhodomonas pelagica</i> n. sp.	N. A. VI.	— 8100000 all.	— 580000 all.	— 5600000 all.	— 920000 all.	— 6300000 all.	— 2600000 all.	— 27000 all.	— v. all.	— 1500000 all.	— 270000 all.	— 58000 all.	— — —	all.	all.
41. <i>Carteria</i> sp.	N. A. VI.	— 60000 all.	— 28000 all.	— 250000 all.	— — —	— 1200000 all.	— 900000 all.	— 8700 all.	— v. all.	— 70000 all.	— 200000 all.	— — —	— — —	all.	all.
42. <i>Eutreptia</i> sp.	N. A. VI.	— 270000 all.	— 880000 all.	— 350000 all.	— 13000 all.	— 30000 all.	— 12000000 4444	— 2000 all.	— 6700 all.	— — —	— v. all.	— 6000 all.	— — —	4444	all.
43. <i>Distephanus speculum</i> Ehbg.	N. A. VI.	— 4200 all.	— 10000 all.	— 3300 all.	— — —	— 22000 1000	— — —	— 1900 all.	— 16000 457	— 660 72000	— 4400 130000	— 47 v. 1,0?	— — —	29	all.
44. <i>Botryococcus brauni</i> Kütz.	N. A. VI.	— 1700 all.	— 52000 all.	— 1200 150	— 10000 all.	— 460 all.	— 4700 all.	— 3700 all.	— 140 5600	— 15000 all.	— 500 all.	— v. all.	— — —	40	all.
45. <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.	N. A. VI.	— — —	— 67000 all.	— — —	— — —	— — —	— v. all.	— 6100 all.	— v. all.	— — —	— — —	— — —	— — —	all.	all.
46. <i>Monadinen</i> , nackte Formen	N. A. VI.	— 1200000 all.	— 790000 all.	— 360000 all.	— 930000 all.	— 690000 all.	— 490000 all.	— 300000 all.	— 120000 all.	— 880000 all.	— 870000 all.	— — —	— — —	all.	all.
47. <i>Calycomonas gracilis</i> n. g. n. sp.	N. A. VI.	— 36000 all.	— 11000 all.	— — —	— v. all.	— 84000 all.	— v. all.	— — —	— — —	— 820000 all.	— 140000 all.	— — —	— — —	all.	all.
48. <i>Tintinnopsis beroidea</i> Stein	N. A. VI.	— 54000 all.	— 110000 22000	— 45000 957	— 38000 4222	— 95000 1079	— 62000 2067	— 7700 188	— 810 all.	— v. 3700	— 900 3100	— 2500 200000	— 80 —	3	all.
49. <i>Tintinnopsis nucula</i> Fol.	N. A. VI.	— 1200 300	— 810 120000	— 40 1600	— 9 4200	— 5900 82000	— 70 900	— 490 25000	— 530 8600	— 8500 95000	— 1700 38000	— 4100 87000	— — —	11	466
50. <i>Tintinnopsis ventricosa</i> Cl. et L.	N. A. VI.	— 20 63	— 4100 5900	— 310 230	— 7 —	— 1400 1600	— 1400 2600	— 45 —	— 56 —	— 320 640	— 500 200	— 3700 3000	— — —	1,1	all.
51. <i>Tintinnopsis baltica</i> Brandt	N. A. VI.	— v. all.	— 120 all.	— 87 all.	— 670 223	— 13000 4	— — —	— 20 1100	— 24 56	— 880 4500	— 5000 38000	— 220 1900	— 9 —	2	all.
52. <i>Tintinnopsis lohmanni</i> Laack.	N. A. VI.	— v. (all. !)	— — —	— — —	— 2 32	— 500 1600	— 110 1500	— — —	— — —	— 110 130	— 200 300	— 200 690	— — —	1,2	16
53. <i>Tintinnopsis campanula</i> Ehbg.	N. A. VI.	— — —	— — —	— — —	— 1 (all. !)	— — —	— — —	— 910 1100	— 6 56	— 210 420	— 10 40	— — —	— — —	1,2	9
54. <i>Tintinnopsis nana</i> n. sp.	N. A. VI.	— — —	— 5500 all.	— 300 all.	— 690 all.	— — —	— — —	— 3000 all.	— 63000 all.	— v. all.	— 2700 all.	— 110 all.	— — —	all.	all.
55. <i>Cyrtarocylix helix</i> Cl. et L.	N. A. VI.	— — —	— — —	— — —	— 1 (all. !)	— — —	— — —	— 1400 720	— 1700 5700	— 510 740	— 1100 2000	— — —	— 3 (all. !)	1,4	3
56. <i>Tintinnus acuminatus</i> Cl. et L.	N. A. VI.	— 2 440	— — —	— — 730	— 3 220	— — 45	— — —	— — 110	— 12 200	— v. all.	— — —	— 33 370	— 11 —	11	all.
57. <i>Tintinnus steenstrupi</i> Cl. et L.	N. A. VI.	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— 1900 all.	— — —	— 13000 all.	— — —	— — —	all.	all.

Tabelle I: Netzfang-Verlust, Ostsee. (Fortsetzung.)

Bezeichnung der Formen	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Grenzwerte des Verlustes	
		Dat.	31. I. 06	27. VI. 06	14. II. 06	17. I. 06	8. XI. 05	28. III. 06	2. VIII. 05	9. VIII. 05	4. X. 05	14. IX. 05	10. V. 05	Min.
	Setz-Vol. v. N. in ccm	0,3	0,4	0,4	0,5	0,9	2,0	3,3	8,0	16,0	31,5	81,0		
78. <i>Copepoden</i> , Copepodit. u. Erw.	N.	890	300	1000	1900	3400	550	950	2000	5100	3700	1600		
	A.	1600	330	1400	1900	5800	900	530	1400	4200	3800	1100		
	VI.	1,8	1,1	1,4	1,0	1,7	1,6	(1,8!)	(1,4!)	(1,2!)	1,0	(1,4!)	1,0	1,8
79. <i>Copepoden</i> , Nauplien	N.	540	420	1200	800	3000	1300	2200	3900	8400	5800	5900		
	A.	1300	1100	2300	1400	7000	2100	1600	5100	9300	8900	5800		
	VI.	2,4	2,6	1,9	1,7	2,3	1,6	(1,4!)	1,3	1,1	1,5	1,0	1,0	2,6
80. <i>Oithona similis</i> Claus	N.	640	48	660	1600	2900	400	430	900	3900	2000	350		
	A.	1200	57	1100	1800	4800	600	160	590	3200	1800	200		
	VI.	1,8	1,2	1,7	1,1	1,6	1,3	(2,7!)	(1,5!)	(1,2!)	(1,1!)	(1,7!)	1,1	1,8
81. <i>Temora longicornis</i> O. F. Müller	N.	2	8	1	8	230	4	42	60	230	250	53		
	A.	—	34	—	—	230	—	81	56	170	500	53		
	VI.	(all. !)	4	(all. !)	(all. !)	1,0	(all. !)	2	(1,1!)	(1,3!)	2	1,0	1,0	4
82. <i>Centropages hamatus</i> Lillj.	N.	5	33	6	12	5	6	35	330	72	100	7		
	A.	21	11	10	—	—	—	v.	170	120	50	—		
	VI.	4	(3!)	2	(all. !)	(all. !)	(all. !)	(x. !)	(2!)	1,7	(2!)	(all. !)	1,7	4
83. Copepoden-Eiersäcke	N.	65	38	79	66	290	45	51	110	510	300	180		
	A.	42	34	150	32	450	350	20	28	410	250	110		
	VI.	(1,5!)	(1,1!)	2	(2!)	1,6	8	(3!)	(4!)	(1,2!)	(1,2!)	(1,6!)	1,6	8
84. Copepoden-Eier, isoliert	N.	1	390	24	—	240	80	1100	1900	4800	3600	720		
	A.	—	940	—	—	140	—	530	950	4900	3300	800		
	VI.	(all. !)	2,4	(all. !)	—	(1,7!)	(all. !)	(2!)	(2!)	1,0	(1,1!)	1,1	1,0	2,4
85. Ei von <i>Centropages hamatus</i>	N.	1	230	8	—	6	30	160	510	144	600	132		
	A.	—	350	—	—	v.	—	140	310	100	500	—		
	VI.	(all. !)	1,5	(all. !)	—	1,0?	(all. !)	(1,1!)	(1,6!)	(1,4!)	(1,2!)	(all. !)	1,5	1,5
86. Muschel-Larven	N.	3	430	—	38	78	—	620	7000	420	900	320		
	A.	42	660	—	63	—	—	630	840	510	850	690		
	VI.	14	1,5	—	1,7	(all. !)	—	1,0	(8!)	1,2	1,0	2	1,0	15
87. Schnecken-Larven	N.	—	84	1	1	1	—	35	670	29	20	10		
	A.	—	91	—	—	—	—	100	28	64	—	—		
	VI.	—	1,1	(all. !)	(all. !)	(all. !)	—	3	(24!)	2	(all. !)	(all. !)	1,1	3
88. <i>Cyphonautes</i>	N.	—	13	2	5	150	—	17	22	85	20	1		
	A.	—	11	—	—	360	—	20	140	96	70	—		
	VI.	—	(1,2!)	(all. !)	(all. !)	2,4	—	1,2	6	1,1	3,5	(all. !)	1,1	6
89. <i>Oikopleura dioica</i> Fol.	N.	—	—	—	—	3	—	130	1700	450	300	—		
	A.	—	—	—	—	v.	—	330	170	830	400	—		
	VI.	—	—	—	—	1,0?	—	3	(10!)	1,8	1,3	—	1,3	3

In der vorstehend gegebenen Tabelle I sind die Vergleichswerte für 89 Formen der Parallelfänge in der Weise zusammengestellt, daß die im Netzfange gefundene Individuenzahl über die mit Filter resp. Centrifuge in derselben Wassersäule nachgewiesene Zahl geschrieben wurde und unter beide als Ausdruck des Fangverlustes der Quotient aus Netz- und wahrer Individuenzahl gesetzt wurde. Die Fänge selbst sind nicht nach dem Datum, sondern nach dem Netzfangvolumen, wie es sich durch 24stündiges Absetzenlassen ergab, geordnet. Der Verlust wurde nicht in % angegeben, da hierdurch die wirklichen Verhältnisse völlig verschleiert werden. Wie ich schon in meiner Arbeit über den Reichtum des Meeres ausführte und jetzt wieder von Neuem bestätigt gefunden habe, muß man mit Schwankungen der Individuenzahl um das 2—3fache auch bei sonst ganz gleichbleibenden Verhältnissen rechnen. Weder die Verteilung des Planktons im Meer, noch die Genauigkeit der quantitativen Analyse ist eine absolut vollkommene; vor allem wenn die Formen nur in relativ wenigen Individuen

auftreten, werden solche Schwankungen häufig. Auf das gelegentliche Vorkommen von Differenzen zwischen Netzinhalt und Wasserinhalt, bei denen der Netzinhalt nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ des Wasserinhalts ausmacht, kann also kein großer Wert gelegt werden. Überhaupt wird man derartige Schwankungen, zumal wenn Werte aus verschiedenen Fangmethoden verglichen werden, als relativ unbedeutend zu betrachten haben, wie ich weiter unten bei der Besprechung des Wertes der verschiedenen Methoden noch näher auseinander setzen werde. In Prozenten des wahren Gehaltes ausgedrückt, würden diese relativ bedeutungslosen Werte aber bereits einen Verlust von 50 und 67 % bedeuten, während alle wirklich bedeutungsvollen Verlustwerte zwischen 67 und 100 % liegen und also gegenüber jenen wenig verschieden erscheinen würden. Das ist bei der hier angewandten Bezeichnungsweise anders. Ist $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ gefangen, so erscheint dies nur als ein Verlust von der Größe 2 und 3, wurde aber nur $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ vom Netz erbeutet, so erscheint dies als ein Verlust von 10, 100, 1000. **Der Verlustwert gibt also jedesmal an, wie viel mal mehr Individuen im Wasser mit anderen Methoden nachgewiesen werden konnten, als das Netz von der betreffenden Art gefangen hat.** Wenn das Netz überhaupt nichts von der betreffenden Art zurückzuhalten vermocht hat, ist das Zeichen „all.“ gleich „alles verloren“ gesetzt. Fing umgekehrt das Netz mehr als Filter und Centrifuge, so sind die für diese letzteren berechneten Verlustziffern in Klammern gesetzt und durch ein ! hervorgehoben. Man sieht nun bei dem Durchgehen dieser Tabelle ohne weiteres:

1. Vollkommen vom Netz gefangen werden nur sämtliche Metazoen mit Ausnahme der kleineren Rotatorien (Mastigocercen z. B.) und den Rotatorien-Eiern; von den Protisten dagegen nur einige wenige große oder sperrige Formen: *Cyttarocylix helix* und *Tintinnopsis ventricosa* von den Protozoen; *Ceratium tripos balticum* form. *typica* und *Ceratium fusus* von den Peridineen; *Coscinodiscus concinnus* und *Rhizosolenia alata* von den Diatomeen; *Nodularia* von den Schizophyceen.

Hierzu sind sicher noch hinzuzunehmen: *Coscinodiscus grani* Gough, *Ceratium macroceros* Ehb., *Tintinnopsis campanula*, *Noctiluca miliaris*, Formen, die in so geringer Zahl vorkamen, daß die Zahlenwerte ungenau und für diese Untersuchungen wenig verwertbar sind, oder die überhaupt in diesen Parallelfängen fehlten.

Wie ich schon früher hervorgehoben habe, fängt das Netz daher eigentlich nur die Gewebstiere gut, dagegen fast alle Protisten schlecht; größere Bedeutung hat von den Protisten, die das Netz ausreichend fängt, nur *Ceratium tripos* und *fusus*, sowie *Rhizosolenia alata*.

2. Garnicht werden vom Netz gefangen: Bakterienkolonien; *Thalassiosira nana*; kleine Gymnodinien, *Amphidinium rotundatum*, *Pouchetia baltica*, *Exuviaella baltica*, *Glenodinium trochoideum*, *Heterocapsa triquetra*, *Peridinium* sp.; nackte Chrysomonadinen, *Pontosphaera huxleyi*, *Rhodomonas pelagica*, *Dictyosphaerium*; Monadinen, *Calycomonas gracilis*, *Tintinnopsis nana*, *Tintinnus steenstrupi*.

Hierzu müssen noch hinzugezogen werden: *Nitschia closterium*, *Eutreptia*, *Ebria tripartita*, *Laboea conica*, *Halteria rubra*, Formen, von denen nur ganz vereinzelt einmal

Individuen in den Netzfängen beobachtet wurden. Ebenso können natürlich auch gelegentlich, vor allem bei sehr Chaetoceras-reichen nordischen Fängen diese oder jene der oben genannten Arten im Netzfange auftreten. Immer aber geben die Netzfänge auch in dem Falle keinen zuverlässigen Aufschluß über das tatsächliche, quantitative Vorkommen dieser Arten, sondern zeigen nur, daß dieselben vorgekommen sind.

Sieht man zunächst von *Nitschia closterium* und *Tintinnus steenstrupi* ab, so sind diese Formen alle nicht nur sehr klein, sondern auch von kurzer, gedrungener, kugelig oder kegelliger Gestalt ohne irgendwelche starre Fortsätze. Die größte Form ist *Tintinnus steenstrupi*, der nach Brandt 110—155 μ lang wird.

Zugleich haben die meisten derselben eine lebhafte Eigenbewegung und sind gewandte Schwimmer, so daß sie mit Leichtigkeit im Filtrationsstrom die Netzmaschen passieren werden und weniger Gefahr laufen, in den Punkten der Stromstille auf die Netzwand niederzusinken und hier liegen zu bleiben. Vielleicht am wichtigsten aber ist, daß die meisten dieser Formen so zart gebaut sind, daß sie im konservierten Zustande nur schwer oder gar nicht zu erkennen sind und also nur bei der sofortigen Verarbeitung des lebenden Fanges nachgewiesen werden können. Dies gilt vor allem von den Chrysomonaden, Rhodomonas und Monaden.

Größere Bedeutung besitzen von diesen Formen, die das Netz gar nicht faßt, vor allem Exuviaella und Heterocapsa, sodann die kleinen Gymnodinien und Rhodomonas.

3. Zwischen diesen beiden Extremen liegen alle übrigen Formen (34), und bei diesen ist es nun notwendig, eine Trennung nach der Größe des Fanges vorzunehmen, da manche Formen bei kleinen Fängen einen sehr viel größeren Verlust erleiden als bei großen Fängen.

Zunächst aber werden unbedingt als für den Netzfang wenig taugliche Organismen alle diejenigen Formen bezeichnet werden müssen, bei denen selbst in den sehr großen Fängen von 31,5—81,0 ccm Netzvolumen noch mehr als das 10fache der nachweisbaren Individuenzahl verloren geht.

Hierher gehören: Mastigocercen (VI. = 117); Lacrymaria (160), *Tintinnopsis beroidea* (80—3), *Tintinnopsis nucula* (22—21), *Tintinnus acuminatus* (all.—11), *Tintinnidium mucicola* (12—7); *Distephanus speculum* (29); *Dinophysis acuminata* (all.—11), *rotundata* (16—3), *acuta* (29—16), *Peridinium pellucidum* (50—12), *Protoceratium reticulatum* (33—28), *Prorocentrum micans* (56). Wiederum Formen, die keinerlei absteigende Anhänge tragen, entweder einen gedrungen kugeligen, kegelligen Körper besitzen oder wurmförmig gestreckt und sehr beweglich sind.

Weniger schlimm stellt sich der Fangverlust in den sehr großen Fängen für: *Tiarina fusus* (5), *Tintinnus subulatus* (3), *Tintinnopsis lohmanni* (3—1,5) und *baltica* (9—7); *Peridinium divergens* (2), *conicum* (10—2) und *pallidum* (7—2,6), *Ceratium tripos baltica forma lata* (3); *Thalassiothrix nitschioides* (1,5—1,4), Chaetoceras (1,6—1,0), Sceletonema (2,5—1,5), *Rhizosolenia setigera* (5—2), *Melosira borreri* (unter 10). Wie man sieht, werden einige dieser Formen unter diesen Bedingungen sogar relativ gut gefangen, indem der Verlust auf 2 oder weniger herabsinkt (Sceletonema, Chaetoceras, Tha-

lassiothrix, *Peridinium divergens*). Hierher gehören also vor allem die lange Ketten bildenden und einer Eigenbewegung entbehrenden Diatomeen.

Aber der Fangverlust steigt auch bei diesen Formen enorm mit der Abnahme des Fangvolumens. So beträgt er bei *Skeletonema* schon in Fängen von 8—16 ccm Masse bereits 50, und bei einem Fangvolumen von 0,9—3,3 gehen alle Zellen oder doch das 137fache (!) verloren. *Chaetoceras* zeigt bei 8—16 ccm Volumen noch den relativ geringen Verlust 3, aber schon bei 0,9—3,3 ccm steigt er auf 75—20 und beträgt bei 0,3—0,5 ccm 43—252 (!).

Im einzelnen gibt nachstehende Tabelle die Verhältnisse wieder; fettgedruckt sind die Werte, welche wegen der großen Individuenzahl, aus der sie berechnet wurden, besondere Zuverlässigkeit besitzen.

Netzfangvolumen:	81—31 ccm	16—8 ccm	3—1 ccm	0,5—0,3 ccm
------------------	-----------	----------	---------	-------------

A. Arten, deren Fangverlust bei Netzfängen von über 30 ccm Volumen das 10fache der wahren Anzahl nicht mehr übersteigt:

1. <i>Tiarina fusus</i>	5	19	48	—
2. <i>Tintinnus subulatus</i>	3	3—6	40—28	all.
3. <i>Tintinnopsis lohmanni</i>	1,5—3	1,2	3—14	16
4. „ <i>baltica</i>	7—9	2—5	4—55	223—all.
5. <i>Peridinium divergens</i>	2	1,2—16	2—100	1,7—13
6. „ <i>depressum</i>	(25?)	3—8	1,1—7	(all.)
7. „ <i>conicum</i>	2—10	1,0—1,7	38	all.
8. „ <i>pallidum</i>	2,6—7	1,7—1,8	all.	11—300
9. <i>Ceratium furca</i>	—	18	(206?)	—
10. „ <i>tripos baltica lata</i>	3	19	all.	—
11. <i>Thalassiothrix nitschioides</i>	1,4—1,5	1,8—5	5—158	205—all.
12. <i>Chaetoceras</i>	1,0—1,6	3	20—75	43—252
13. <i>Skeletonema</i>	1,5—2,5	50	137—all.	163—all.
14. <i>Melosira borneri</i>	—	—	12	4—10
15. <i>Rhizosolenia seligera</i>	2—5	14	154	—

B. Arten, deren Fangverlust selbst bei Netzfängen von über 30 ccm Volumen das 10fache der wahren Anzahl noch übersteigt:

1. <i>Mastigocerca</i>	117	22	45	(all.)
2. <i>Lacrymaria</i>	160	all.	all.	—
3. <i>Tintinnidium mucicola</i>	7—12	all.	5—67	all.
4. <i>Tintinnus acuminatus</i>	11	17	all.	70—all.
5. <i>Tintinnopsis nucula</i>	21—22	11—16	13—14—51	40—148—466
6. „ <i>beroidea</i>	3—80	all.	188	957—all.
7. <i>Distephanus speculum</i>	29	109—457	1000—all.	all.
8. <i>Dinophysis acuta</i>	16—29	21—154	69—all.	116—all.
9. „ <i>acuminata</i>	11—all.	all.	all.	all.
10. „ <i>rotundata</i>	3—16	7—32	all.	all.
11. <i>Protoceratium reticulatum</i>	28—33	all.	—	all.
12. <i>Peridinium pellucidum</i>	12—50	49—150	40—51—all.	151—323—all.
13. <i>Prorocentrum micans</i>	56	157—170	—	137—all.

Es findet also ganz allgemein eine sehr starke Vermehrung des Fangverlustes statt, wenn das Fangvolumen abnimmt, so daß bei einem Fange von 3 ccm Volumen bereits alle unter A aufgeführten Formen (*Peridin. depressum* allein ausgenommen) einen höheren Verlust als 10 erleiden und derselbe vielfach über 30, ja über 100 steigt. Bei einem Volumen von $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ ccm erhebt sich der Verlust in die Hunderte und steigt bis zum Totalverlust an.

Diese Verhältnisse sind nun deshalb von so großer Bedeutung, weil im allgemeinen die großen Volumina durch das Auftreten und die Masse der sperrigen Diatomeen bedingt werden, die Ketten bilden und durch ihre Form sehr geeignet sind die Netzwand mit einem Fadenwerk zu bedecken und andere Organismen zurückzuhalten und am Passieren der Netzmaschen zu hindern. Diese Wucherungsperioden sind aber zeitlich beschränkt und in den warmen Meeresgebieten erheblich schwächer als in den Grenzgebieten kalten und warmen Wassers und in den polaren Meeren. Es sind daher nicht nur die Netzfänge gewöhnlich nur sehr klein und übersteigen selten 3 ccm Volumen, sondern es sind auch, wenn ausnahmsweise außerhalb der Diatomeenwucherungsperiode größere Volumina vorkommen, doch die Fangbedingungen erheblich schlechtere als in den großen, mehr als 30 ccm betragenden Fängen aus der Ostsee.

Sehen wir also einmal von diesem Unterschiede ab, so können wir aus dem Wechsel des Fangverlustes bei wachsendem Fangvolumen ersehen, wie die Fangwirkung des Netzes während eines Vertikalzuges sich ändert, je mehr der Fang im Netze wächst. Zu Beginn eines jeden Netzaufzuges ist also der Fangverlust enorm, und je nachdem das Netz an Netzplankton reicheres oder ärmeres Wasser durchwandert, nimmt derselbe schneller oder langsamer ab. In jedem einzelnen Abschnitt einer durchfischten Wassersäule ist also der Fangverlust jeder Art, so lange er nicht 1,0 ist, ein anderer. Hieraus ergibt sich nun ferner, daß der oben gefundene Fangverlust für die Arten in jedem Fange nur einen Durchschnittswert aus Anfangs- und Endverlust (bis 15 und 0 m) repräsentiert, zuerst also noch größer, am Schlusse aber kleiner gewesen sein muß.

Dieser Wechsel des Fangverlustes kann also dahin führen, daß ein sehr zahlreich im unteren Teile der Wassersäule auftretender Organismus gar nicht oder nur in äußerst geringer Zahl vom Netz erbeutet wird, während dieselbe Form, wenn sie in dem oberen Teile der Wassersäule auftritt, ausgiebig oder sogar vollständig gefangen wird. Vor allem sind diese Verhältnisse auf tiefem Wasser von großer Bedeutung, da das Netz, so lange es durch die pflanzenarmen tiefen Regionen wandert, den höchsten Verlust erleiden muß und erst in den oberen pflanzenreichen Schichten eine Herabsetzung des Verlustes sich einstellen kann.

Sowohl bei dem Vergleiche verschiedenzeitlicher wie verschiedenörtlicher Fänge, wie bei dem Vergleiche von Stufenfängen, ist dieser Wechsel der Verlustgrenze also nicht außer Acht zu lassen.

Die Tabellen zeigen mit großer Deutlichkeit wie variabel die Verlustgröße für die einzelnen Arten ist. Man mag sie anordnen, nach welchen Gesichtspunkten man will, die besten

Resultate ergibt immer noch die hier befolgte Anordnung nach der Höhe des durch 24stündiges Absetzenlassen erhaltenen Volumens. Es ist das offenbar daraus zu verstehen, daß dieses Volumen im wesentlichen ein Ausdruck für die Sperrigkeit des Fangmateriales ist und von dieser Eigenschaft in erster Linie abhängt, wie viel von dem Plankton vom Netz zurückgehalten wird oder nicht. Der Wechsel aber der Verlustgrößen ist selbstverständlich, da die Komposition des Planktons wechselt und bei allen Formen die zwar kleiner als die Netzmaschen sind, aber doch noch regelmäßig gefangen werden, diese, nicht aber nur Gestalt und Größe der einzelnen Organismen den Verlust bestimmen. Wäre das letztere der Fall, so müßte natürlich ein konstanter Wert sich ergeben, der unabhängig von der Masse des Auftriebs wäre. Ihn würde man erhalten bei ganz armen Fängen, die möglichst wenig die Netzwand verlegendes Material enthalten, also bei den Fängen von nur 0,3—0,5 ccm Volumen; vielleicht tritt er uns hier bei *Cerat. fusus* entgegen (3). Jedenfalls haben wir diesen absoluten Verlustwert sonst nirgends, und da er stets nur den höchsten Verlustwert, den die betreffende Art erreichen kann, repräsentiert, so würde seine Kenntnis uns für die vorliegende Untersuchung gar nichts nützen.

Es ist also klar, daß eine Rekonstruktion des wirklichen Planktongehaltes aus dem Netzplankton, soweit die Individuenzahl und Artenzahl in Betracht kommt, einfach unmöglich ist. Man wird vielmehr nur sagen können: diese und jene Arten erleiden stets einen so kleinen Verlust, daß er für unsere Untersuchung ohne größere Bedeutung ist; diese und jene anderen Formen werden nach der Größe des Fangvolumens zu urteilen nur einen Verlust von der und der Größe erlitten haben und ihre Zahlen sind daher mit Vorsicht zu gebrauchen. Bei allen anderen Formen kann nur ihr Vorkommen als konstatiert gelten.

Eine weitere Frage ist, wie weit der Charakter des Planktons durch den Netzverlust geändert wird. Hierzu habe ich auf Tafel I eine graphische Darstellung in Würfelform gegeben. Nur die wichtigsten Formen aus jedem Fange sind dargestellt und von dem Würfel, den ihre Individuenzahl bei gleichmäßiger Verteilung im Raume ausmachen würde, ist stets nur die Vorderfläche zur Darstellung gebracht. Von jeder Art ist blau der wirklich nachweisbare Gehalt der Wassersäule, rot der im Netzfang enthalten gewesene Gehalt angegeben. Die blauen Flächen stellen also den wahren Planktongehalt, die roten den vom Netze erbeuteten Planktonanteil dar. Die Formen, welche vom Netze überhaupt nicht zurückgehalten wurden, sind fortgelassen, da es hier wesentlich auf den Wechsel des Verlustwertes ankam.

Der geringste Fangverlust war bei dem Fange vom 10. V. 05 (81 ccm Vol.) eingetreten und die Darstellung zeigt denn auch, daß *Chaetoceras* vollständig gefangen wurde und auch von *Thalassiothrix* und *Skeletonema* kein sehr bedeutender Anteil verloren gegangen ist. Nur *Peridinium* und *Dinophysis* haben auch hier noch ganz unbrauchbare Werte gegeben. Sonst stimmt das Bild, welches die Pflanzen des Netzfanges geben, in den Zahlenmengen und Zahlenverhältnissen gut mit der Wirklichkeit überein. Anders bei den Tieren! Die Copepoden zwar sind vollständig erbeutet, aber von den Tintinnen ist nur ein ganz kleiner Bruchteil vom Netz zurückgehalten.

Bei dem nächst kleineren Fange zeigt sich deutlich die Zunahme des Verlustes für alle Formen; die Stelle von *Peridinium* und *Dinophysis* wird durch *Prorocentrum* eingenommen; sonst ist das Bild das gleiche.

Der Fang vom 4. X. 05, dessen Masse nur noch 16 ccm betrug, läßt eine gewaltige Zunahme des Verlustes für *Chaetoceras* und *Skeletonema* erkennen; im übrigen sind die Verhältnisse aber nicht wesentlich geändert. Von *Distephanus* ist ebenso wie von *Prorocentrum*, *Dinophysis* und *Peridin. pellucid.* nur ein kleiner Bruchteil vom Netz erbeutet. Da der Verlust bei *Skeletonema* schneller gewachsen ist als bei *Chaetoceras*, so scheint jetzt nach dem Netzfange letzteres zahlreicher als ersteres, während in Wirklichkeit *Skeletonema* häufiger ist.

Bei den übrigen Fängen, deren Volumen weniger als 4 ccm beträgt, tritt nun aber eine sehr wichtige Verschiebung der Komponenten ein, indem die Diatomeen in den Netzfängen gegenüber den Ceratien immer stärker zurücktreten und zum Schluß fast völlig verschwinden, während sie in Wirklichkeit in allen Fängen ganz erheblich zahlreicher vorkommen als die Ceratien. Von *Prorocentrum*, *Dinophysis*, *Peridinium pellucidum*, in den Fängen von 0,9 ccm auch von *Skeletonema*, und in dem kleinsten Fange (0,3 ccm) selbst von *Thalassiothrix* und *Rhizosolenia* sind im Netzfange gar keine Individuen mehr enthalten gewesen, obwohl das Wasser in Wirklichkeit immer noch nennenswerte Mengen derselben enthielt. In den Fängen von 0,9 und 0,3 ccm Volumen tritt auch bei den Copepoden deutlich ein Netzfangverlust hervor.

Während also für den pflanzlichen Teil des Planktons der Verlust, den *Chaetoceras* und *Skeletonema* erleiden, ausschlaggebend ist, aber je nach der Größe des Fanges vom Totalverlust bis zum völligen Schwunde variiert, ist für den tierischen Anteil der Verlust der Tintinnen am bedeutungsvollsten, der ganz im Gegenteil stets ein außerordentlich hoher bleibt und bei den kleinsten Fängen fast zum Totalverlust aller Tintinnen führen kann. Die Abnahme des Fangvolumens äußert sich bei den Fängen von 0,9 und 0,3 ccm auch in der Verlustzunahme für *Ceratium tripos* und Copepoden, die bei den größeren Fängen gut vom Netz gefangen werden.

Eine dritte Frage bleibt noch zu untersuchen. Wie nämlich die Bewegung der Individuenzahl durch den Netzverlust beeinflusst wird, wenn eine Serie von Fängen miteinander verglichen wird, wie es überall bei der Betrachtung der jahreszeitlichen oder faunistischen Untersuchungen geschehen muß. Apstein hat in Bd. 8 dieser Zeitschrift (Die Schätzungsmethode in der Planktonforschung) den Einfluß festzustellen gesucht, den die Fehler der Schätzungsmethode auf den Gang der Kurven haben, die über das Auftreten der Arten konstruiert werden, und hat überzeugend nachgewiesen, daß diese Fehler den Charakter der Kurven ganz willkürlich und regellos ändern, die Schätzungsmethode also für quantitative Bestimmungen unbrauchbar ist. Auf Tafel II habe ich nun für eine größere Anzahl von Parallelfängen aus der Ostsee, indem ich dieselben der zeitlichen Folge nach ordnete, sowohl nach den Netzfängen, wie nach dem Gesamtplankton, die Kurven konstruiert. Dieselben sind als Radiuskurven gezeichnet nach der am Schluß dieses Teiles angegebenen Methode. Hier zeigt sich nun, daß ein gleichsinniger Verlauf beider Kurven mit Sicherheit nur dann angenommen

werden darf, wenn der Verlust ein relativ geringer ist, wie bei *Rhizosolenia alata*, *Ceratium tripos* und *fuscus*; daß dagegen mit dem Abstände beider Kurvenlinien voneinander, in dem eben die Höhe des Verlustes zum Ausdruck kommt, auch die Abweichungen des Verlaufes zunehmen. Am schwächsten sind sie noch bei *Peridinium pellucidum*, größer schon bei *Dinophysis acuta* und recht erheblich bei *Tintinnopsis beroidea*, bei der die Netzfänge das Maximum des Vorkommens in die Zeit des wahren Minimums verlegen (!). Auffällig gut stimmt dagegen trotz des sehr weiten Abstandes der Kurven der Verlauf bei *Distephanus* und *Prorocentrum* überein. Bei *Chaetoceras* und *Skeletonema* besteht im allgemeinen ebenso eine gute Übereinstimmung der Kurven bis auf die beiden Augustfänge, in denen das Netzplankton ein starkes Minimum anzeigt, während in Wirklichkeit schon hier das Maximum voll ausgebildet war (!). Bei starkem Netzverlust kann also eine gute Übereinstimmung des Kurvenverlaufes vorhanden sein, aber sie ist nicht mit Sicherheit vorauszusetzen; es bieten also die Netzfänge keine Gewähr dafür, daß der durch ihren Inhalt angegebene Kurvenverlauf der richtige ist, es kann sehr wohl, wie die beiden Fälle von *Skeletonema-Chaetoceras* und von *Tintinnopsis beroidea* zeigen an Stelle eines Minimums ein Maximum, und an Stelle eines Maximums ein Minimum vorgetäuscht werden.

b) Der Fangverlust bei Fängen aus dem Mittelmeer.

Diese Fänge weichen in doppelter Hinsicht von den in der Ostsee ausgeführten Fängen ab, denn einmal ist ihre Zusammensetzung eine wesentlich andere und dann ist der Schlauchfang von sehr viel geringerem Umfange im Vergleich zu dem Netzfänge. In ersterer Hinsicht ist vor allem das Auftreten der Radiolarien und Globigerinen von Bedeutung, sowie die enorme Steigerung der Artenzahl in fast allen Gruppen, die eine übersichtliche Behandlung des Materials sehr erschwert. Was den zweiten Punkt anbelangt, so machte der Schlauchfang der untersuchten Wassermasse nach nur den 14. oder gar den 26. Teil der vom Netz filtrierten Wassermasse aus, da die durchfischte Strecke hier auf dem tiefen Wasser vor Syracus sehr viel länger war als bei Kiel. Hätte ich hier das gleiche günstige Verhältnis beider Fänge zueinander erhalten wollen wie in der Ostsee, so hätte ich 400 Liter heraufpumpen und durch die gehärteten Filter filtrieren müssen, eine Arbeit, die eine viele Stunden währende Arbeit im offenen Boote auf freier See erfordert haben würde und schon des Wetters wegen nicht ausführbar gewesen wäre. Dadurch sind natürlich größere Abweichungen der Netzfänge und Schlauchfänge voneinander bedingt und es sind ferner die Schlauchfänge bei allen selteneren Formen den Netzfängen gegenüber in einem großen Nachteile. Hierzu kommt schließlich, daß die Individuenzahl, in der die einzelnen Arten auftreten in dem klaren Wasser des Mittelmeeres und in einer Gegend, wo der Einfluß der allerdings noch nahen Küste möglichst ausgeschlossen ist, lange nicht so beträchtlich ist als in dem flachen Wasser bei Laboe.

Der Reichhaltigkeit des Planktons halber bespreche ich die einzelnen Gruppen der Organismen besonders.

1. Diatomeen (Tabelle II).

Tabelle II.

Diatomeen (Zahlen für 1000 Liter)	Dat. Vol.	7. XII. 00	26. X. 00	19. XII. 00	30. IV. 01	Diatomeen (Zahlen für 1000 Liter)	Dat. Vol.	7. XII. 00	26. X. 00	19. XII. 00	30. IV. 01
		0,1	0,3	0,5	18,0			0,1	0,3	0,5	18,0
1. <i>Chaetoceras</i> alle	N. A. VI.	32 000 1 300 000 41	37 000 450 000 12	46 000 190 000 4	7 000 000 11 000 000 1,5	13. <i>Navicula</i>	N. A. VI.	— — —	110 7 300 67	190 8 400 44	v. 18 000 x.
2. <i>Coscinodiscus</i> kl. (18—24 μ)	N. A. VI.	— — —	— — —	65 3 900 143	— 3 300 all.	14. <i>Bacteriastrum</i> <i>varians</i> Lauder.	N. A. VI.	430 7 500 17	1 500 26 000 17	8 200 19 000 2	270 000 600 000 2
3. <i>Coscinodiscus</i> m. (35—80 μ)	N. A. VI.	— 1 100 all.	— 4 700 all.	72 2 500 35	400 730 1,8	15. <i>Skeletonema</i> <i>costatum</i> Grev.	N. A. VI.	1 900 280 000 147	660 110 000 167	— 420 all.	86 000 2 000 000 23
4. <i>Coscinodiscus</i> gr. (üb. 100 μ)	N. A. VI.	1 (all.!)	— — —	2 (all.!)	1 (all.!)	16. <i>Rhizosolenia</i> <i>robusta</i> Norm.	N. A. VI.	3 (all.!)	2 (all.!)	22 (all.!)	— — —
5. <i>Asteromphalus</i>	N. A. VI.	17 20 1,2	44 560 13	55 600 11	13 (all.!)	17. <i>Rhizosolenia</i> <i>temperei</i> Perag.	N. A. VI.	5 (all.!)	5 (all.!)	16 (all.!)	15 (all.!)
6. <i>Thalassiosira</i>	N. A. VI.	— 1 200 all.	— — —	32 720 22	— — —	18. <i>Rhizosolenia</i> <i>calcar avis</i> Schultz.	N. A. VI.	40 420 11	— 3 100 all.	240 420 2	8 900 9 100 1,0
7. <i>Thalassiothrix</i> lang	N. A. VI.	16 000 240 000 15	3 300 6 200 2	— — —	480 000 600 000 1,3	19. <i>Rhizosolenia</i> <i>alata</i> Bright.	N. A. VI.	200 420 2	770 1 600 2	1 100 4 000 4	3 900 — (all.!)
8. <i>Thalassiothrix</i> <i>nitschioides</i> Grun.	N. A. VI.	— 20 000 all.	1 200 4 700 4	35 000 230 000 7	3 000 000 3 400 000 1,1	20. <i>Rhizosolenia</i> <i>styliformis</i> Bright.	N. A. VI.	13 420 32	— — —	— — —	1 700 — (all.!)
9. <i>Asterionella</i> <i>spatulifera</i> Cleve	N. A. VI.	1 900 100 000 52	— — —	2 200 35 000 16	1 900 000 4 300 000 2	21. <i>Guinardia</i> <i>flaccida</i> Castr.	N. A. VI.	54 2 500 46	— — —	920 3 200 3	9 200 36 000 4
10. <i>Synedra</i>	N. A. VI.	1 600 45 000 28	1 400 93 000 66	6 900 19 000 3	160 000 310 000 2	22. <i>Dactyliosolen</i>	N. A. VI.	— — —	390 30 000 77	420 8 400 20	5 200 27 000 5
11. <i>Nitzschia closterium</i> W. Sm.	N. A. VI.	220 140 000 636	220 6 200 28	290 45 000 155	12 100 490 000 40	23. <i>Hemiaulus</i> <i>haudii</i> Grun.	N. A. VI.	2 500 30 000 12	440 4 200 10	4 400 12 000 3	3 800 — (all.!)
12. <i>Nitzschia longissima</i> Ralfs	N. A. VI.	— — —	— — —	— — —	250 1 100 4						

Zu den großen Coscinodiscen gesellen sich hier noch die riesigen Rhizosolenien (*Rh. crassa*, *temperei*, *robusta*), *Triceratium*, *Isthmia*, *Gossleriella* u. a. F., die vom Netz gut gefangen werden.

Andererseits kommen auch hier jene kleinen Arten vor, wie *Nitzschia closterium*, kleine Naviculaceen usw., die ihrer Größe nach unbedingt die Netzmaschen passieren müßten. Auffälligerweise zeigt sich nun schon hier, daß das Netz im Mittelmeer von diesen Diatomeen erheblich mehr zurückhält als in der Ostsee. So wurden von *Nitzschia closterium* auch in dem kleinsten Fange von 0,1 ccm Netzfangvolumen noch Individuen gefangen und die Verlustwerte schwankten zwischen 636 und 40 (!), während in den Ostseefängen stets alle Individuen beim Netzfange verloren gingen.

Die gleiche Erscheinung wiederholt sich nun bei den übrigen Diatomeen durchgehend und zwar in der Weise, daß für die Diatomeen der Verlustwert bereits bei dem Fangvolumen von 18 ccm ungefähr ebenso stark sinkt wie in der Ostsee bei 31 und 81 ccm, ja zum Teil tritt diese Wirkung bereits bei dem Volumen von 0,5 ccm ein. Dabei ist das Verhalten des Verlustwertes ein durchgehend viel gesetzmäßigeres als bei den Ostseefängen, wie die Tabelle ohne Weiteres zeigt.

Trotzdem ist der Verlust ein sehr erheblicher und nach dem Fangvolumen sehr wechselnder. So beträgt derselbe bei *Chaetoceras* 41—1,5, bei *Synedra* 66—2, bei *Bacteriastrium* 17—2, bei *Skeletonema* 167—23, bei *Hemiaulus* 12—3.

Da nur die Diatomeen diese erhebliche Herabsetzung des Verlustwertes zeigen, also diejenigen Planktonpflanzen, welche keine Eigenbewegung besitzen und durch besondere Schwebeapparate sich im Wasser schwebend erhalten, kommt hierin die stärkere Ausbildung dieser Anhänge und Fortsätze und der Zellhohlräume zum Ausdruck; zugleich allerdings dürfte von Bedeutung sein, daß den Fängen aus dem Gebiete aller warmen Ströme stets eine große Menge schleimiger Substanzen durch die Menge der Globigerinen, Radiolarien, Appendicularien usw. beigemischt ist und diese das Zurückhalten aller haarförmigen Zellen oder mit haarartigen Fortsätzen ausgestatteter Organismen außerordentlich begünstigt.

Die Diatomeen werden also im Mittelmeere vom Netz besser zurückgehalten als im Misch- und Kaltwassergebiet.

2. Peridineen (Tabelle III).

Tabelle III.

Peridinales (Zahlen für 400 Liter)		Summe aus je 4 Fängen à 100 Liter		Verl.	Peridinales (Zahlen für 400 Liter)		Summe aus je 4 Fängen à 100 Liter		Verl.
		Netz	Filter				Netz	Filter	
1. <i>Pyrocystis</i> . . .	Arten Individuen	3 15	3 11	(1,4)	Übertrag		Arten Individuen	35 891	38 7472
2. <i>Exuviaella</i> . . .	Art. Ind.	— —	1 110	all.	12. <i>Amphisolenia</i> .	Art. Ind.	1 9	1 12	1,3
3. <i>Prorocentrum</i> . .	Art. Ind.	— —	2 200	all.	13. <i>Ornithocercus</i> .	Art. Ind.	1 10	1 32	3
4. <i>Glenodinium</i> . .	Art. Ind.	— —	1 38	all.	14. <i>Ceratocorys</i> . .	Art. Ind.	1 3	1 v.	1,0
5. <i>Ceratium</i> . . .	Art. Ind.	14 650	11 1970	3	15. <i>Oxytoxon</i> . . .	Art. Ind.	— —	4 250	all.
6. <i>Dinophysis</i> . . .	Art. Ind.	3 16	3 140	3	16. <i>Histioneis</i> . . .	Art. Ind.	— —	1 50	all.
7. <i>Peridinium</i> . . .	Art. Ind.	7 200	6 4500	23	17. <i>Steiniella</i> . . .	Art. Ind.	1 v.	1 v.	1,0
8. <i>Podolampas</i> . . .	Art. Ind.	1 v.	3 300	c. 100	18. <i>Goniodoma</i> . . .	Art. Ind.	1 40	1 160	4
9. <i>Citharistes</i> . . .	Art. Ind.	— —	1 11	all.	19. <i>Pyrophacus</i> . .	Art. Ind.	1 15	1 13	(1,2)
10. <i>Pyrgidium</i> . . .	Art. Ind.	— —	2 65	all.	20. <i>Diplopsalis</i> . .	Art. Ind.	1 11	1 140	13
11. <i>Phalacroma</i> . .	Art. Ind.	7 10	5 127	13	21. <i>Protoceratium</i> .	Art. Ind.	2 1	2 110	110
zu übertragen	Art. Ind.	35 891	38 7472		Summe	Art. Ind.	44 980	52 8239	8

Bei den Peridineen erweist sich der Verlust etwas größer als in der Ostsee. Die kleinen Gymnodinien, Amphidinium, Exuviaella, Glenodinium gingen auch hier vollständig verloren. Das Gleiche war aber auch der Fall bei Prorocentrum. Ebenso wurden in keinem Netzfange Individuen von Pyrgidium, Oxytoxum, Histioneis, Citharistes gefunden. Allerdings war die Zahl der Individuen stets nur eine geringe, und wenn eben deshalb das Vorkommen derselben in den kleinen Filterfängen um so bemerkenswerter ist, so ist doch natürlich nicht aus diesen Befunden zu schließen, daß auch bei großer Häufigkeit nichts von allen diesen Arten im Netz zurückgehalten wird. Vielmehr sind auf der Planktonexpedition sowie von mir bei Messina dann und wann geringe Zahlen von Oxytoxum, Prorocentrum und Histioneis mit dem Netz gefangen worden. Aber auch für die Ceratien stellt sich der Verlust im Mittelmeer höher, wie folgende Werte für die in größerer Zahl auftretenden Formen zeigen:

	Nr. 1 0,1 ccm	Nr. 2 0,3 ccm	Nr. 3 0,5 ccm	Nr. 4 18,0 ccm
1. <i>Ceratium tripos</i> alle . . .	6	1	1	3
2. <i>Ceratium pentagonum</i> Gourr.	14	8	16	4
3. <i>Ceratium fusus</i> , typ. . . .	26	23	2	9

Da Fang 1 und 4 sowohl nach der Zahl der *Ceratium tripos* wie der erwachsenen Copepoden in Filter- und Netzfang erheblich voneinander divergieren, indem in beiden Fällen der Schlauchfang sehr viel reicher war, und ähnliches möglicherweise auch für die anderen Fangtage für andere Organismen der Fall gewesen sein könnte, will ich nur die kleinsten Verlustwerte als gültig ansehen. Auch dann würde immer noch *Ceratium fusus* einen höheren Verlust aufweisen und *Ceratium pentagonum* etwa der *forma lata* von *Ceratium tripos balticum* im Verlustwert gleichstehen.

Vollständig oder nahezu vollständig werden vom Netz gefangen außer den normal oder besonders stark gehörnten Formen von *Ceratium tripos*, *Ceratium candelabrum*, *gravidum*, *platicorne* und *ranipes*, die größeren Phalacroma-Arten (*mitra*, *vastum*, *doryphorum*, *jourdani* etc.), *Ceratocorys horrida*, *Steiniella*, *Pyrophacus*, die verschiedenen Pyrocystis-Formen u. a. F. Dagegen erleiden *Ceratium furca*, die Dinophysis- und die meisten Peridinium-Arten, sowie auch Ornithocercus einen mehr oder weniger beträchtlichen Verlust.

3. Die übrigen Pflanzen des Planktons:

Von diesen haben besondere Bedeutung die Coccolithophoriden und Halosphaeren. Hierzu kommen noch die schalenlosen Chrysomonadinen, Dictyocha und Meringosphaeren. Da ich im Mittelmeer jedoch noch nicht mit der Centrifuge Wasserproben analysiert habe, können sehr wohl noch eine Reihe anderer Formen, wie Eugleniden, Cryptomonadinen, Rhodomonas, Rhynchomonas usw. in erheblicher Menge im Auftrieb vorkommen. Mit Ausnahme von Rhodomonas sind alle diese Formen bei Syracus von mir nachgewiesen; die für sie gefundenen Zahlenwerte sind aber zweifellos viel zu klein, da die Taffefiltration zu stark verletzend auf diese zarten Organismen wirkt (siehe Seite 175, Anmerkung).

Wie bei den Diatomeen und Peridineen treten auch hier im Warmwassergebiet einige besonders große Arten auf, die den Gesamtverlust etwas herabsetzen. So kommt es, daß hier auch das Netz einige Coccolithophoriden zurückzuhalten vermag, indem nicht alle Coccolithophoren- und Pontosphaeren-Arten verloren gehen. Jedoch ist der Gewinn noch sehr klein; der Verlustwert für die Coccolithophoriden beträgt immer noch 393—143. Die Silicoflagellaten erleiden einen Verlust von 233—1,5. Von Halosphaeren kommen sehr kleine Individuen vor; die großen Exemplare (—750 μ Durchmesser!) werden natürlich gut vom Netz zurückgehalten, die kleinen aber (23 μ als Minimum gemessen) gehen durch die Maschen mit Leichtigkeit hindurch, und da ihre Zahl bei weitem überwog, kam der Verlust auf 29—4.

4. Die Protozoen:

Für die Beurteilung der Netzfänge ist diese Organismengruppe vielleicht die wichtigste und gerade sie erleidet gegenüber dem nordischen Gebiete eine völlige Änderung ihrer Zusammensetzung im Warmwassergebiet. Ganz neu treten auf die Radiolarien und Globigerinen, die Tintinnen erfahren eine ungeheure Steigerung der Artenzahl.

Dieselbe Erscheinung, die sich bei den Pflanzen zeigte, tritt uns auch hier entgegen. Bei sonst gleichen Verhältnissen werden die mit Schwebeapparaten versehenen, einer nennenswerten Lokomotion entbehrenden Organismen sehr viel besser vom Netz zurückgehalten. Bei den Globigerinen stellte sich der Verlust im Durchschnitt der 4 Fänge auf 3, bei den Radiolarien sogar nur auf 1,5, während er bei den Tintinnen 16 betrug.

Tabelle IV.

Radiolarien	Summe aus 4 Fängen à 100 Liter		Verl.
	Netz	Filter	
1. <i>Thalassicolliden</i>	v.	v.	
2. <i>Sphaeroideen</i>	41	38	
3. <i>Prunoideen</i>	8	—	
4. <i>Discoideen</i>	2	7	
5. <i>Lacroiden</i>	1	—	
6. Kolonieb. Radiolarien (Ind.)	14	110	
7. <i>Acanthometriden</i>	200	100	
8. <i>Plectoideen</i>	22	19	
9. <i>Stephoideen</i>	14	56	
10. <i>Cyrtoideen</i>	62	163	3
11. <i>Phaeodarien</i>	4	10	
12. <i>Taxopoden</i>	43	75	
<i>Cadium</i>	—	18	
<i>Caementarien</i>	—	18	
<i>Radiolarien, Summe</i>	411	614	1,5
<i>Globigerinen</i>	72	225	3

Für Globigerinen und Radiolarien (Tabelle IV) war das Material etwas dürftig. Es ist aber immerhin bemerkenswert, daß bei den ersteren in 3 Fängen das Netz mehr Globigerinen enthielt als der Schlauchfang und nur in einem Fange (0,5 ccm) der Filterfang einen 8fachen Überschuß aufwies. Die Radiolarien macht offenbar ihr unregelmäßig geformtes und mit vielen Dörnchen und Stacheln versehenes Skelett sowie die Schleimhülle, die viele derselben auszeichnet, ganz besonders geeignet, von dem Fadenwerk des Netzes festgehalten zu werden, ganz abgesehen davon, daß eine erhebliche Anzahl von Arten schon durch ihre Größe an dem Passieren der Maschen gehindert wird. Nur das eiförmige, kleine Cadium und die zierlichen, kugeligen Caementarien wiesen einen sehr starken Verlust auf.

Tabelle V.

Tintinnen	Summe aus 4 Fängen à 100 Liter		Verl.
	Netz	Filter	
1. <i>Dictyocysta elegans</i> Ehrbg., <i>mitra</i> Haeck., <i>templum</i> Haeck.	17	510	30
2. <i>Codonella galea</i> Haeck.	20	14	
3. " <i>orthoceras</i> Haeck.	3	2	
4. " <i>cistellula</i> Fol.	10	42	
5. " sp.	1	—	
6. <i>Tintinnopsis nucula</i> Fol.	5	1800	360
7. " <i>campanula</i> Ehrbg.	v.	—	
8. <i>Cyttarocylis scalaris</i> Brdt.	25	—	
9. " <i>annulata</i> Daday	9	28	
10. " <i>helix</i> Cl. et L.	—	18	
11. " <i>cassis</i> Haeck.	3	6	
12. " <i>acus</i> Brdt.	23	54	
13. " <i>hastata</i> Biederm.	6	34	
14. <i>Ptychocylis spiralis</i> Fol.	10	32	
15. " <i>amor</i> Cleve	8	111	14
16. " <i>undella</i> Ostf. et Schm.	20	30	
17. <i>Petalotricha ampulla</i> Fol.	—	11	
18. <i>Undella hyalina</i> Daday	6	18	
19. " <i>marsupialis</i> Brdt.	2	—	
20. " <i>claparedei</i> Entz	16	54	
21. " <i>messinensis</i> Brdt.	—	18	
22. " <i>lachmanni</i> Daday	—	14	
23. " (?) <i>heros</i> Cleve	85	84	1,0
24. " sp.	1	14	
25. <i>Tintinnus fracnoi</i> Daday	160	470	3
26. " <i>datura</i> Brdt.	2	—	
27. " <i>acuminatus</i> Cl. et L.	2	220	110
28. " <i>steenstrupi</i> Cl. et L.	5	1200	240
29. " <i>amphora</i> Cl. et L.	1	360	360
30. " <i>ganymedes</i> Entz	5	1900	380
31. <i>Tintinnidium mucicola</i> Cl. et L.	3	110	37
32. <i>Tintinnen</i> unb.	1	170	170
Tintinnen alle: Ind.	449	7324	16
Art.	28	27	

Bei den Tintinnen (Tabelle V, VI), von denen über 30 verschiedene Formen in den 4 Fängen unterschieden wurden, begünstigt das meist glatte und schlanke, oft langgestreckte Gehäuse und die Fähigkeit, in lebhaftem Schwimmen das Gehäuse zu steuern, das Passieren der Netzmaschen außerordentlich. Nur einige große und breite Formen, wie *Codonella galea*, *Tintinnopsis campanula*, *Undella heros* oder der mit einer Spiralfalte versehene *Cyttarocylis scalarius* machen hiervon eine Ausnahme. Die Verluste sind daher, wie die Tabellen zeigen, sehr groß; es kommen Durchschnittswerte von mehr als 100 bei mehreren Arten vor, und zwar sind gerade die häufigsten Arten, wie *Tintinnopsis nucula*, *Tintinnus ganymedes* und *steenstrupi* diejenigen, welche die höchsten Verluste aufweisen (360, 380, 240). Eine Abhängigkeit vom Fangvolumen ist da, wo die Individuenzahlen einigermaßen beträchtlich waren, sehr deutlich nachweisbar. Am klarsten tritt dieselbe bei *T. fracnoi* hervor, wo wiederum die rapide Abnahme des Verlustes überrascht. Sehr gering ist die Abnahme bei *T. steenstrupi* und ganz unbedeutend, vielleicht sogar fehlend, bei *T. ganymedes*. Für die Tintinnen ist daher das Müller-gaze-Netz zur Feststellung des quantitativen Vorkommens im allgemeinen unbrauchbar; selbst zur einfachen Feststellung des Vorkommens oder Fehlens von Arten kann es nur in bedingter Weise verwandt werden, indem Arten wie *T. steenstrupi* und *ganymedes* dabei der Untersuchung völlig entgehen können.

Tabelle VI.

Tintinnen	1	2	3	4
Änderung der Verlustwerte mit dem Fangvolumen (in ccm)	7. XII. 00	26. X. 00	19. XII. 00	30. IV. 01
	0,1	0,3	0,5	18,0
1. <i>Dictyocysten</i> alle	25	150	48	(all.)
2. <i>Tintinnopsis nucula</i> Fol.	615	all.	16	all.
3. <i>Ptychocylis amor</i> Cleve	135	7	—	—
4. <i>Tintinnus fracnoi</i> Daday	107	12	8	1,6
5. „ <i>acuminatus</i> Cl. et L.	all.	—	133	(all.)
6. „ <i>steenstrupi</i> Cl. et L.	284	x.	all.	79
7. „ <i>amphora</i> Cl. et L.	245	—	x.	—
8. „ <i>ganymedes</i> Entz	554	x.	357	all.
9. <i>Undella heros</i> Cleve	27	—	—	1,1

Von anderen Protozoen sind noch die Amöben und Monadinen zu nennen, die vom Netze natürlich nicht gefangen werden können, da sie viel zu klein und zu zart sind. Dasselbe gilt von nackten Ciliaten, die gelegentlich vorkommen. Auch *Tiarina fusus* wurde nur im Filterfange gefunden; doch war ihr Vorkommen zu spärlich, um Bedeutung zu haben. In der Ostsee wurde sie auch mit dem Netze erbeutet.

Noctiluca und Leptodiscus sind ebenso wie *Zoothamnium pelagicum* große Formen resp. Kolonien, für deren Fang das Netz genügen dürfte. In den 4 Parallelfängen wurden erbeutet:

	vom Netz	vom Schlauch
1. <i>Noctiluca miliaris</i> Sur.	1	5
2. <i>Leptodiscus medusoides</i> Hertw.	6	3
3. <i>Zoothamnium pelagicum</i> du Pless.	1 (Kol.)	1 (Kol.)

Tabelle VII.

Metazoen	Summe aus 4 Fängen à 100 Liter		Verlust
	Netz	Filter	
1. <i>Acraspede u. craspedote Medusen</i>	3	6	2
2. <i>Planula, Actinula, Siphonula usw.</i>	2	7	3
3. <i>Echinodermenlarven</i>	1	—	(all.)
4. <i>Turbellarien</i>	5	11	2
5. <i>Rotatorien</i>	1	3	3
6. <i>Sagitten</i>	2	13	6
7. <i>Polychaeten</i>	2	12	6
8. <i>Pilidium, Mitraria, Trochophora</i>	11	13	1
9. <i>Ostracoden</i>	5	19	4
10. <i>Evadne</i>	0,4	57	(114)
11. <i>Cryptoniscus</i>	0,2	—	(all.)
12. <i>Copepoden</i>	1600	4900	3
13. <i>Amphipoden</i>	0,1	2	20
14. <i>Euphausiden</i>	1	—	(all.)
15. <i>Decapoden</i>	0,5	11	22
16. <i>Muscheln</i>	14	74	5
17. <i>Limacina</i>	18	50	3
18. <i>Creseis</i>	2	37	18
19. <i>Cyphonautes</i>	2	—	(all.)
20. <i>Appendicularien</i>	126	212	1,7
21. <i>Salpen</i>	1	—	(all.)
22. <i>Doliolen</i>	5	—	(all.)
23. <i>Fische</i>	0,1	—	
Summe	1812	5427	3
nach Abzug der <i>Copepoden</i>	212	527	2,5

5. Metazoen (Tabelle VII und VIII). Ganz im Gegensatz zu den Ostseefängen zeigen im Mittelmeer die Schlauchfänge einen fast durchgehenden Überschuß an Metazoen. Dies ist um so merkwürdiger, als ja gerade hier die nur vom Netz filtrierte Wassermenge sehr viel größer war als die vom Schlauch emporgehobene Masse (14—26mal so groß!) und daher kaum erwartet werden konnte, von den größeren und selteneren Tieren mit dem Schlauch überhaupt etwas zu fangen. Dennoch wurden Formen, die das Netz nur in wenigen Exemplaren fing, vom Schlauch ebenfalls erbeutet (Amphipoden, Decapoden, Evadne).

Tabelle VIII.

Metazoen (Zahlen für 100 Liter)		1	2	3	4
		7. XII. 00	26. X. 00	19. XII. 00	30. IV. 01
		0,1	0,3	0,5	18,0
1. Copepoden, Copepodit. u. Erwachs.	N.	80	220	180	180
	A.	330	330	240	410
	VI.	4	1,5	1,3	2,3
2. Copepoden, Nauplien	N.	120	220	300	280
	A.	810	640	1200	910
	VI.	7	3	4	3
3. Oithona, Copepodit. u. Erwachs.	N.	21	48	56	44
	A.	68	75	77	87
	VI.	3	1,6	1,4	2
4. Ectinosoma, Copepodit. u. Erwachs.	N.	3	9	11	15
	A.	26	31	20	22
	VI.	9	4	2	1,5
5. Oikopleura	N.	5	53	2	26
	A.	38	62	23	27
	VI.	8	1,1	(12)	1,0
6. Fritillaria	N.	5	9	9	15
	A.	30	v.	23	9
	VI.	6	x.	3	1,7
7. Copepoden-Eier, isoliert, 23—100 μ D.	N.	1	59	9	23
	A.	32	480	120	18
	VI.	32	8	13	1,3
8. Rotatorien-Eier	N.	—	—	—	—
	A.	11	170	14	—
	VI.	all.	all.	all.	—

Nur Fische, Salpen, Doliolen, Echinodermlarven fanden sich im Schlauchfange nicht. Diese Erscheinung, die ich mir nur dadurch erklären kann, daß der in der Regel viel Schleim enthaltende Fang des Warmwassergebiets sich erheblich schlechter von der Netz- und Eimerwand abspülen ließ als der des nordischen Gebiets, und dieser Spülverlust bei der Kleinheit der Fänge noch an Bedeutung gewinnt, macht natürlich die Beurteilung der Resultate schwierig. Dazu kommt, daß von der Mehrzahl der Metazoen nur niedrige Individuenzahlen im einzelnen Fange sich fanden und die erhaltenen Werte daher relativ unsicher sind. Wähle ich nur die zahlreichsten Formen aus, wie Copepoden, Appendicularien, und einige Eier, so zeigt sich (Tabelle VIII) eine sehr deutliche Abhängigkeit vom Fangvolumen, die wiederum für die oben gegebene Erklärung spricht. Die niedrigsten Verlustwerte stehen denen der Ostsee nahe oder sind ihnen gleich, die höchsten aber übertreffen die der Ostsee stets:

	Verlustwerte	
	in der Ostsee	im Mittelmeer
1. Copepoden, Copepodit. u. Erwachs.	1,8—1,0	4—1,3
2. " Nauplien	2,6—1,0	7—3
3. Oikopleuren	3—1,3	8—1,0
4. Rotatorien-Eier	all.—6—1,4	all.
5. Copepoden-Eier	2,4—1,0	32—1,3

Bemerkenswert ist der Verlust bei *Ectinosoma* und *Fritillaria*, der mit dem Fangvolumen regelmäßig sich ändert: 9, 4, 2, 1,5 bei *Ectinosoma* und 6, x, 3, 1,7 bei *Fritillaria*. Gerade bei diesen beiden Formen ist eine Beteiligung des Spülverlustes sehr wahrscheinlich. Bei den Eiern ist der Verlust selbstverständlich in hohem Grade von der Größe abhängig; unter den Copepoden-Eiern waren bei weitem die meisten unter 50μ D. groß und mußten also bequem die Netzmaschen passieren, dasselbe gilt von den Rotatorien-Eiern.

Eine graphische Darstellung des Fangverlustes ist für 3 der Mittelmeerfänge auf Tafel I gegeben, indem, wie für die Ostseefänge, der mit dem Netz gefangene Anteil rot, der im Meere wirklich nachweisbare Planktongehalt aber blau wiedergegeben ist.

e) Fangverlust bei den Fängen aus dem Atlantischen Ozean.

Diese Fänge wurden in anderer Weise als die in Ostsee und Mittelmeer gemachten Parallelfänge ausgeführt, da der Schlauch infolge der sehr starken Strömung sich nicht verwenden ließ. Es wurde mit der Pütze Oberflächenwasser an Bord geholt und das so erhaltene Wasser abwechselnd durch Beutel aus Müllergaze 20 und aus dichtem Seidentaffet filtriert. Da der Taffet sehr langsam filtrierte, konnten mittelst desselben nur 20—25 Liter filtrierte werden, während mit der Müllergaze 100 Liter filtrierte wurden. Das Mengenverhältnis zwischen beiden Wassermengen war daher wie 4 resp. 5 : 1 und war also nur wenig ungünstiger als bei den Ostseefängen. Aber es war die Gesamtmenge des jedesmal untersuchten Wassers sehr klein und daher auch die Ausbeute nicht sehr groß.

Das Volumen war nicht meßbar. In der nachstehenden Tabelle IX habe ich die Werte für beide Versuche vereinigt, die Zahlen gelten daher für eine Wassermasse von 200 Litern.

Tabelle IX.

Atlantischer Ozean, zwischen Azoren und Newyork, $39\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Br., 40° w. Lg.
und $35\frac{3}{4}^{\circ}$ n. Br., $53\frac{1}{2}^{\circ}$ w. Lg.
2. VI. und 1. VII. 1902.

	Summe aus 2 Fängen à 100 Liter		Verlust
	Netz	Filter	
1. <i>Chaetoceras</i> , alle	790	150000	189
2. <i>Rhizosolenia alata</i> Brightw.	50	2800	56
3. " <i>styliiformis</i> (kl. F.) Brightw.	160	5900	37
4. <i>Synedra</i>	250	12000	48
5. <i>Thalassiothrix nitschioides</i> Grun.	—	800	all.
6. <i>Skeletonema costatum</i> Grev.	—	380	all.
7. <i>Hemiaulus hauckii</i> Grun.	—	13000	all.
8. <i>Bacteriastrum varians</i> Lauder.	—	3600	all.
9. <i>Guinardia flaccida</i> Castr.	—	800	all.
10. <i>Dactyliosolen</i>	—	2000	all.
11. <i>Coscinodiscus</i> , mittelgroße F. (35—80 μ)	—	100	all.
12. <i>Navicula</i>	—	460	all.

Tabelle IX. (Fortsetzung.)

	Summe aus 2 Fängen à 100 Liter		Verlust
	Netz	Filter	
13. <i>Ceratium macroceros</i> Ehrbg. u. Verwandte . . .	1300	1000	(1,3!)
14. " <i>lunula</i> -ähnliche F.	130	400	3
15. " <i>lineata</i> - " "	16	1100	69
16. " <i>pentagonum</i> Gourret	16	700	44
17. " <i>furca</i> Duj.	15	50	3
18. " <i>fuscus</i> Duj.	94	1400	15
19. <i>Phalacroma vastum</i> Schütt	50	300	6
20. <i>Peridinium michaelis</i> Ehrbg.	16	300	19
21. " <i>globulus</i> Stein	200	2500	13
22. " <i>divergens</i> Ehrbg.	360	380	1,0
23. <i>Ornithocercus magnificus</i> Schütt	v.	v.	(1,0)
24. <i>Podolampas palmipes</i> Stein	—	570	all.
25. <i>Goniodoma acuminatum</i> Stein	46	150	3
26. <i>Gonyaulax spinifera</i> Cl. et L.	16	1100	69
27. <i>Glenodinium</i> sp.	—	3100	all.
28. <i>Oxytoxum scolopax</i> Stein, <i>diploconus</i> Stein	—	440	all.
29. <i>Pyrgidium</i>	—	190	all.
30. <i>Dinophysis homunculus</i> Stein	62	—	(all.!)
31. " <i>rotundata</i> Clp. et L.	—	96	all.
32. <i>Histioneis crateriformis</i> Stein	—	48	all.
33. <i>Exuviaella marina</i> Cienk.	47	970	21
34. <i>Peridineencyste</i>	31	580	19
35. <i>Amphidoma nucula</i> Stein	—	48	all.
36. <i>Protoceratium herbaceum</i> Schütt	—	48	all.
37. <i>Pyrocystis noctiluca</i> Murray	110	—	(all.!)
38. " <i>lunula</i> Schütt	—	v.	(all.)
39. <i>Halosphaera viridis</i> Schm.	120	770	6
40. <i>Dictyocha</i> sp.	—	24	all.
41. <i>Globigerinen</i>	90	c. 90	1,0
42. <i>Acanthometriden</i>	47	430	9
43. <i>Discoideen</i>	15	—	(all.!)
44. <i>Plectoideen</i>	—	48	all.
45. <i>Sphaeroideen</i>	—	48	all.
46. <i>Cystoiden</i>	—	96	all.
47. <i>Taxopoden</i>	—	96	all.
48. Koloniebild. <i>Radiolarien</i>	v.	—	(all.!)
49. <i>Noctiluca miliaris</i> Sur.	—	v.	all.
50. <i>Tintinnus steenstrupi</i> Cl. et L.	—	620	all.
51. " <i>fracnoi</i> Daday	(16) v.	(48) v.	3?
52. <i>Tintinnopsis beroidea</i> Stein	(16) v.	—	(all.!)
53. <i>Didinium nasutum</i> Müll.	—	48	all.
54. <i>Ciliat</i>	—	48	all.
55. Copepoden, <i>Erwachs. u. Copepdt.</i>	62	—	(all.!)
56. " <i>Nauplien</i>	120	910	8
57. <i>Limacina</i>	94	—	(all.!)
58. <i>Eier (von Copepod.?)</i>	160	290	1,8

Bei den Diatomeen ist der Verlust außerordentlich groß und besonders auffällig bei *Rhizosolenia*. Nur von *Chaetoceras*, *Rhizosolenia* und *Synedra* sind vom Netz Zellen zurückgehalten, während alle *Thalassiothrix*, *Skeletonema*, *Hemiaulus*, *Bacteriastrum* etc. verloren gegangen sind. Das sind Verhältnisse, wie sie nach den Ostseefängen für ganz kleine Fangvolumina vorkommen können, also sicher nicht normal sind. Es zeigt der Versuch aber zweifellos, wie viel Diatomeen auch auf der Hochsee durch die Müllergaze verloren gehen können.

Sehr viel günstiger liegen die Verhältnisse bei den Peridineen. *Pyrocystis noctiluca*, *Dinophysis homunculus*, *Ceratium macroceros* sind in überwiegender Zahl im Netz vorhanden, *Peridinium divergens* und *Ornithocercus magnificus* sind in beiden Fängen gleich vertreten und bei *Ceratium lunula*, *furca* und *Goniodoma* ist der Verlust sehr gering (3). Dagegen fing das Netz gar nicht: *Podolampas*, *Oxytoxum*, *Amphidoma*, *Histioneis*, *Glenodinium*, *Pyrgidium* und *Protoceratium*, kleine oder schlanke Formen, deren Hindurchschlüpfen durch die Netzmaschen zu erwarten war, von denen aber in den Netzfängen sonst auch Individuen gefangen werden. Immer aber wird der Verlust bei diesen Formen ein ähnlich großer sein, wie in den Ostseefängen bei *Prorocentrum* und *Peridinium pellucidum*, wenn nicht noch größer. Da *Exuviaella marina* erheblich größer als *Exuviaella baltica* ist, erscheint das Heruntergehen des Fangverlustes auf 21 durchaus verständlich. Bemerkenswert ist, daß *Ceratium pentagonum*, das im Ozean recht häufig ist, einen ähnlichen Verlust erleidet wie die Lineataform von *Cerat. tripos* und *lunula*.

Von anderen Pflanzen kamen nur Halosphaeren und *Dictyocha* in Betracht. Letztere war im Netz überhaupt nicht vorhanden, was mit den sonstigen Beobachtungen und ihrer Kleinheit übereinstimmt; bei *Halosphaera* betrug der Verlust 6; derselbe ist je nach der Größe der Zellen sehr verschieden.

Von den Tieren waren die Radiolarien fast nur auf die Taffetfänge beschränkt, während die Globigerinen keinen Verlust erlitten hatten. Unter den Flagellaten und Ciliaten war nur der große *Tintinnus fracnoi* und ein einzelnes Exemplar von *Tintinnopsis beroidea* im Netz zurückgehalten, *Tintinnus steenstrupi* war wie in der Ostsee und im Mittelmeer vollständig verloren gegangen.

An Metazoen konnte bei der Kleinheit der Wassermengen naturgemäß nur wenig gefangen werden. Doch enthielt der Taffetfang 8 mal so viel Nauplien wie der Netzfang, dafür gar keine erwachsenen Copepoden (Netz 62); ebenso kamen Pteropoden nur im Netzfange vor.

Im allgemeinen tritt also auch hier wieder hervor, daß die Müllergaze von allen kleineren Formen sehr erhebliche Verluste erleiden kann und daher stets die Fänge mit dichten Filtern, selbst bei so kleinen Wassermengen wie 20 oder 25 Liter, noch bedeutend reichere Ausbeute ergeben als 4, 5, ja 14 oder 25 mal größere Wassermassen, die durch Müllergaze filtriert werden. Von den größeren und selteneren Formen können natürlich in der kleineren Wassermasse nur wenige Exemplare vorhanden sein und oft werden dieselben sogar ganz fehlen.

Auch von diesen Fängen aus dem Ozean ist auf Tafel I einer zur graphischen Darstellung des Verlustes benutzt, indem die rote Würfelfläche den Netzfang, die blaue Fläche die wirklich im Meere vorhandene Planktonmenge wiedergibt.

d) Die Ursachen des Netzfangverlustes.

Es fragt sich nun, ob die Überschüsse, welche im allgemeinen die Filterfänge gegenüber den Netzfängen zeigen und deren Gesamtheit im Vorhergehenden als Netzverlust bezeichnet wurde, lediglich durch die Maschenweite des Netzzeuges veranlaßt werden oder ob noch andere Ursachen bei ihrer Entstehung mitwirken.

Es ist eine sehr auffällige Erscheinung, auf die bereits Volck vor Jahren hingewiesen hat, daß die Schlauchfänge zuweilen auch von solchen Organismen einen Überschuß ergeben, bei denen ein Hindurchschlüpfen durch die Netzmaschen unbedingt ausgeschlossen ist, wie Cladoceren u. a. F. Auch bei den vorliegenden Parallelfängen wiederholt sich diese Erscheinung.

Volck zog aus diesem Überschuß den Schluß, daß der Filtrationskoeffizient, den Hensen berechnet hatte, nicht richtig sei. Da sich aber dieser Koeffizient als durchaus brauchbar erwiesen hat und dies auch durch die vorliegenden, sehr zahlreichen Untersuchungen von neuem bestätigt ist, kann diese Deutung nicht richtig sein. Ich nahm daher an, daß in dem planktonreichen Wasser des Sees, in dem Volck seine Fänge ausführte, eine Verstopfung des Netzes eingetreten und daher weniger Wasser vom Netz filtriert ist, als unter normalen Verhältnissen, für die allein der Hensen'sche Koeffizient berechnet war, durch das Netz hindurchgeht. Es würde dann irrtümlicherweise die Wassermasse von Volck für zu groß angenommen sein und daher die Bevölkerung derselben nach der Zählung der Fänge viel ärmer berechnet sein, als sie in Wirklichkeit gewesen war. Es wäre z. B. die Anzahl von 10000 Copepoden auf 1000 Liter statt auf nur 800 Liter verrechnet und somit wären anscheinend auf 100 Liter nur 1000 Copepoden gekommen, während in Wirklichkeit 1250 darin gefangen waren.

Nun zeigen aber die vorliegenden Untersuchungen, daß die Wirkung des Anwachsens des Fangvolumens auf die Wasserfiltration nur eine außerordentlich geringe sein kann, da gerade bei den sehr großen Fängen die Zahlen von Filter- und Netzfängen bei den kleinen, die Maschen passierenden Organismen recht gut stimmen, während bei einer Änderung der Filtrationsgröße die Differenzen mit zunehmendem Volumen entweder immer stärker werden oder doch mindestens sich gleich bleiben müßten, da der Zunahme der vom Netz gefangenen Individuenzahl ein stetes Anwachsen des Betrages parallel gehen müßte, um den die durchfischte Wassermasse zu groß angenommen wurde. Es würde also z. B. bei einem Fangvolumen von 20 ccm zwar von *Chaetoceras* 10 mal mehr zurückgehalten, als bei einem Fange von 2 ccm, aber zugleich würde von mir die filtrierte Wassermasse x mal zu groß in Rechnung gesetzt sein, da für alle Fänge konstant derselbe Filtrationskoeffizient verwendet wurde. Am deutlichsten aber müßte dieser Wechsel der Filtrationsgröße hervortreten bei denjenigen Formen, die gar nicht die Maschen passieren können und also bei voller Filtration genaue Zahlen liefern müssen. Solche Organismen sind *Cerat. tripos* und erwachs. Copepod.

Hier müßten also bei kleinen Fängen die Differenzen gegen die Filterfänge = 0 sein, mit der Zunahme des Volumens aber stetig wachsen. Ist das der Fall? Keineswegs, vielmehr nähern sich auch hier die Verlustwerte immer mehr der Zahl 1, und es kommt vor, daß in solchen Fällen das Netz sogar mehr enthält als der Filterfang, weil alsdann natürlich jede Variation der Individuenzahl ebensogut + wie — sein kann. **Selbst für so abnorm große Fänge, wie der Fang von 81 ccm, halte ich daher eine nachweisbare Einwirkung der Verstopfung auf die Filtration des Netzes für ausgeschlossen.** Bei noch umfangreicheren Fängen jedoch, wie ich sie in der Schlei beobachtet habe, oder wie sie im Süßwasser vorkommen, wäre auf das Eintreten einer solchen Einwirkung jedenfalls zu achten.

Es müssen also andere Ursachen für diese Überschüsse der Filterfänge vorliegen und zwar solche, die am stärksten bei den größeren Organismen zur Wirkung kommen, bei den kleineren und kleinsten Formen dagegen wirkungslos bleiben. Solche Verlust bringenden Ursachen sind aber der Verlust, der beim Abspülen des Netzfanges aus dem Netz entsteht, indem ein Teil des Fanges in dem Fadenwerk hängen bleibt (Abspülfehler) und der Verlust, der durch den Widerstand des Netzes gegen das vor der Netzöffnung liegende Wasser herbeigeführt wird, indem Formen mit relativ kräftiger Lokomotion dem eintretenden Wasserstrom sich entziehen und somit nicht gefangen werden (Rücktriebfehler).

Der Abspülfehler kommt nur bei kleinen Fängen zur Wirkung, da bei großen Fängen der auf dem Fadenwerk zurückbleibende Rest einen zu kleinen Bruchteil des abgespülten Fanges ausmacht, um bemerkbare Änderungen herbeizuführen. Bei kleinen Fängen aber kann er die Zahl der *Ceratium tripos*, die mit ihren Hörnern sich leicht im Fadenwerk des Netzes verankern, und die von *Prorocentrum* und *Tintinnopsis nucula*, deren Körper in den kleineren Netzmaschen und deren Ecken sich oft festklemmen, offenbar nicht unerheblich herabdrücken. So ergab am 24. VIII. 1906 die sorgfältige Untersuchung der in gewohnter Weise auf das sorgfältigste abgespülten Netz- und Eimerwand nachfolgenden Belag:

1. Netzwand: unmittelbar unter dem Ringe der Eingangsöffnung lag nur Detritus, aber dieser in großer Menge; in dem oberen Drittel der Netzwand überwog ebenfalls noch der feine Detritusbelag, der die Maschen teilweise verklebte, daneben aber fand sich *Prorocentrum*. Im mittleren Drittel trat der Detritus ganz zurück, und es wurden mehrere *Tintinnopsis nucula* und *Ceratium tripos*, sowie *Prorocentrum*, auch einige *Chaetoceras*-Zellen gefunden; im unteren Drittel war der Befund der gleiche. Es wurde jedesmal 1 Quadratcentimeter des Netzeugs unter dem Mikroskop untersucht; nach den dabei gefundenen Zahlen würde die Netzwand enthalten haben:

<i>Ceratium tripos</i>	15 000 Individuen
<i>Prorocentrum micans</i>	6 000 „
<i>Tintinnopsis nucula</i>	200 „
<i>Chaetoceras</i>	v. „

2. Netzeimer: auf der Gaze seiner Fenster befanden sich nach den bei der Durchwaschung eines Fensters gefundenen Organismen (3 Fenster sind vorhanden):

<i>Prorocentrum micans</i>	1500
<i>Ceratium tripos</i>	600
<i>Tintinnopsis nucula</i>	nicht selten
Copepoden	12
Podon	3
Muscheln	3

Es würden also im ganzen auf der Müllergaze zurückgeblieben sein 15600 *Ceratium tripos*, 7500 *Prorocentrum micans* und etwa 250 *Tintinnopsis nucula*, sowie 15 Krebse und 3 Muscheln. Einzelne Individuen fanden sich ferner von *Ceratium fusus*, *longipes*, *Peridinium pellucidum*, *conicum*, *Heterocapsa*, *Dinophysis acuta*, *Peridineencyste*; *Thalassiothrix nitschioides*, *Distephanus*; *Tintinnopsis lohmanni*, *ventricosa*; Rotatorien-Eier; *Centropages*-Eier.

Von größerer Bedeutung dürfte der Abspülfehler kaum werden, wenn die Abspülung von Netz und Eimer wirklich sorgfältig ausgeführt wird. Denn selbst bei *Ceratium tripos*, das wegen seiner eigenartigen Form zweifellos am leichtesten hängen bleibt, ist ein nennenswerter Einfluß derselben auf die Fangzahlen nicht nachweisbar. Es kann aber wohl sein, daß das Ansteigen des Verlustwertes bei den kleinsten Fängen (auf 1,2—2,0 gegenüber 1,0—1,2) hierauf beruht, und daß ohne diesen Spülverlust auch die Verlustwerte für *Tintinnopsis nucula* und *Prorocentrum* etwas weniger hoch sein würden. Auf die Resultate selbst hat diese Änderung um 0,2—1,0 gar keinen Einfluß. Alle anderen Organismen aber treten gegenüber diesen 3 Formen in den Belägen ganz zurück.

Einige Male freilich, als die Appendicularien im Plankton sich fanden, war die Wand des Eimers wegen der schleimigen Massen der Gehäuse und Rümpfe dieser Tiere sehr schlecht zu reinigen, und hier mögen auch von Copepoden und Appendicularien beträchtlichere Mengen auf dem Netzzeuge zurückgeblieben sein. Sonst war das aber nie der Fall.

Vielleicht von größerer Bedeutung ist der Rücktriebfehler. Bekanntlich vermag infolge des Netzwidestandes bei dem Netzzuge nicht soviel Wasser durch den Netzeingang einzutreten, als seiner Weite entspricht. Bei einem Netzzuge von 43 cm in 1''' müßte sonst durch jeden Quadratcentimeter der Öffnung pro Sekunde 43 cm Wasser hindurchpassieren, so daß der Durchstrom mit einer Schnelligkeit von 43 cm in 1''' erfolgen würde. Infolge des Filtrationswiderstandes ermäßigt sich diese Schnelligkeit aber auf 32 cm, so daß bei jedem Netzzuge von 15—0 m statt 233 Liter nur 175 Liter filtriert werden. Der Austritt des Wassers aus dem Netz aber durch die Maschen des Netzzeugs erfolgt mit noch erheblich geringerer Schnelligkeit, da die Lochfläche des Netzzeugs 6,6 mal so groß wie die Eingangsöffnung ist (1029 Quadratcentimeter); die Schnelligkeit sinkt dadurch auf 4,9 cm pro Sekunde. Bei dem Netzzuge wird das Netz senkrecht durch das hier ruhend gedachte Wasser emporgezogen; aber durch den Filtrationswiderstand wird das Wasser vor der Mündungsfläche gestaut und ein Teil des peripher gelagerten Wassers seitlich abgedrängt. Dadurch wird das über dem Netze ruhende Wasser in aufsteigende und seitwärts abbiegende Strömung versetzt. Dieser Druck des Netzes ist nicht für die ganze Mündungsfläche gleich stark, sondern zentral am schwächsten, peripher am stärksten, entsprechend der Kegelform des Netzbeutels und der Menge des hinter der Fläche gelegenen Fadenwerkes. Dies dem Netze stets vorausseilende Schüttergebiet muß nun notwendigerweise

die mit stärkerer Eigenbewegung ausgerüsteten größeren Planktontiere, wie Copepoden, Cladoceren, Sagitten etc. in Erregung versetzen und zu Fluchtbewegungen veranlassen. Es ist anzunehmen, daß diese im allgemeinen, soweit sie überhaupt zweckmäßig und nicht ganz unregelmäßig verlaufen, von den Punkten stärkerer Erschütterung zu den Punkten schwächerer Erregung fortgehen werden, und dann wird der größte Teil dem Zentrum der Fläche zu und nur die peripher schwebenden Tiere nach auswärts fliehen. Diese letzteren gelangen damit aus dem Bereiche der Netzmündung heraus und entgehen dem Gefangenwerden. Dadurch würde also ein Fangverlust entstehen. Da dieser von dem Fangvolumen gänzlich unabhängig ist, so müßte er sich leicht nachweisen lassen als ein regelmäßig auftretendes Defizit an großen und mit kräftiger Lokomotion begabten Tieren; er wäre daher besonders zu erwarten bei Sagitten, Cladoceren, Copepoden.

Prüfen wir zunächst die Ostseefänge darauf, so sind von Sagitten in den 11 Fängen 43 mit dem Netz, 20 mit dem Filter gefangen und zwar in 8 Netz-, aber nur in einem einzigen Filterfänge. Hier kann also von einem solchen Verlust keine Rede sein. Von Podon hat 2mal das Netz, 3mal der Filter mehr gefangen, 1mal waren beide Fänge gleich; den größten Überschuß weist das Netz auf. Evadne wurde überhaupt nur vom Netz gefangen. Bei den Copepoden (Erwachsene und Copepoditen) hat in 4 Fängen das Netz, in 5 Fängen der Filter mehr, in 2 Fängen waren beide Fänge gleich; die maximalen Überschüsse sind bei beiden Methoden gleich (1,8).

Bei den Mittelmeerfängen liegen die Dinge sonderbarerweise ganz anders. Nur die Wurmlarven und Appendicularien beider Tiergruppen, die wohl bei sehr geringer Lokomotionsstärke wesentlich Schweborganismen sind, sind in dem gleichen Maße von beiden Methoden gefangen. Von den übrigen Gewebstieren sind nur die sehr seltenen Formen, die bei der geringen Wassermasse der Filterfänge gar nicht gefangen werden konnten, allein im Netzfänge vertreten, sowie auch Doliolum. Alle anderen Formen aber überwiegen in den Filterfängen und zwar am stärksten: Evadne, Amphipoden, Decapoden, Crescis (114, 22, 20, 18); ihnen folgen Sagitten und Polychaeten (6), Muscheln (5), Ostracoden (4). Hier würde also ein Einfluß des Rücktriebes sehr wohl vorliegen können. Es ist aber schwer verständlich, weshalb in der Ostsee dieser Einfluß ohne Bedeutung bleiben kann, während er im Mittelmeer so stark hervortreten sollte.

Für den Ozean stehen mir keine brauchbaren Parallelfänge zur Verfügung, da bei meinen Fängen ein und dieselbe Wassermasse 2mal hintereinander filtriert wurde.

Über den Einfluß dieses Rücktriebes sind also noch weitere Untersuchungen wünschenswert.

Fassen wir nun kurz noch einmal alles über den Netzfangverlust Gesagte zusammen, so ergibt sich folgendes:

1. Als erstes Ergebnis würde zu bezeichnen sein, daß der Verlust, wie das die früheren Untersuchungen schon gezeigt hatten, sehr bedeutend ist und in Fängen von durchschnittlichem Umfange (ca. 1 ccm Setzvolumen bei dem mittleren Planktonnetz) zu einer sehr erheblichen Änderung der Zusammensetzung des Fanges führt. Im wesentlichen werden

- nur die Gewebstiere und einige wenige der größten Protisten ohne oder mit nur geringem Verlust (1—3) vom Netz erbeutet, viele Arten gehen ganz verloren, die Mehrzahl erleidet einen größeren oder geringeren Verlust (ca. 5—500).
2. Die Höhe des Verlustes wird, abgesehen von der Größe und Gestalt der Organismen, durch die Menge und Zusammensetzung des im Wasser enthaltenen Netzplanktons bedingt und wechselt daher nach Ort und Zeit. Einen annähernden, aber sehr unsicheren Anhalt bietet das durch Absetzenlassen des Netzplanktons erhaltene und auf die gleiche Wassermasse bezogene Volumen, da in ihm sowohl die Dichtigkeit wie die Sperrigkeit des Planktons zum Ausdruck kommt. Bei großen, Diatomeen-reichen Fängen geht der Verlust für die meisten Formen sehr herunter und sinkt bei einer Reihe von Arten auf 3—1,0. Es würde daher möglich sein, durch Herstellung eines noch engmaschigeren Netzzeuges den Verlust für diese Formen sehr beträchtlich herabzusetzen, aber es erwächst dann die Gefahr, daß Verstopfung eintritt und der Filtrationskoeffizient sich ändert.
 3. Am größten ist der Verlust bei allen Formen, die im Querschnitt kleiner als die Netzmaschen sind (40—70 μ für kreisförmige Querschnitte), wenn dieselben einen kugeligen, kegelförmigen oder gestreckten zylindrischen Körper ohne steife borstenförmige oder lamellare Fortsätze besitzen wie *Prorocentrum*, *Heterocapsa*, *Exuviaella*, *Tintinnus steenstrupi*. Wird aber der Körper sehr lang stabförmig verlängert, wie bei *Ceratium fusus*, *Thalassiothrix longissima*, *Rhizosolenia*, so legen dieselben sich offenbar leicht dem Netzwerk auf und werden zurückgehalten. Trotz ihrer Kleinheit relativ gut gefangen werden Formen, die spiralige oder zickzackförmig gestaltete lange Ketten bilden oder lange, steife Fortsätze tragen; wären die so wichtigen *Chaetoceras* nicht hierdurch ausgezeichnet, so würde das Netz von ihnen wahrscheinlich so gut wie keine einzige Zelle fangen!
 4. Der Verlust wird verursacht in erster Linie durch die Größe der Netzmaschen; es wirken aber außerdem noch mit Verluste, die bei der Abspülung des Fanges von der Netzwand entstehen. Sie kommen zur Geltung im allgemeinen nur bei kleinen Fängen oder bei Fängen, die viel schleimige Substanzen enthalten. Besonders leicht erleiden solche Verluste hakige Organismen, wie *Ceratium tripos* und kleine gedrungene Formen, die in den Maschen sich festklemmen, wie *Prorocentrum* und *Tintinnopsis nucula*. Wahrscheinlich kann ein weiterer Verlust auch dadurch hervorgerufen werden, daß größere, mit ausgiebiger Lokomotion begabte Organismen, wie Sagitten, Cladoceren, Copepoden durch die vor der Netzmündung entstehenden Stauungen des Wassers zur Flucht aus dem Erschütterungsgebiete veranlaßt werden. Dieser Verlust kann aber nur Gewebstiere treffen und muß von dem Fangvolumen ganz unabhängig sein. Endlich kann ein scheinbarer Verlust dadurch vorgetäuscht werden, daß bei spärlich im Fange enthaltenen Formen die Rechnung infolge des bei kleiner Wassermenge höheren Koeffizienten für den Filterfang höhere Zahlen ergibt als für den Netzfang. Solche Scheinverluste können aber nur bei spärlich auftretenden Formen vorkommen und müssen in ihrem sonstigen Auftreten ganz unregelmäßig sein.

5. Die mittelst der Netzfänge erhaltenen Individuenzahlen sind zwar zur Feststellung des Vorkommens der Arten in einer Zeit- oder Raumfolge viel brauchbarer als die ganz unkontrollierbare Werte gebenden Schätzungen; aber je höher der Verlust der betreffenden Art, um so unsicherer ist die Ähnlichkeit der Netzkurve und der wahren Planktonkurve; es kommt vor, daß die Netzkurve ein Minimum angibt, wo in Wirklichkeit ein Maximum gelegen hat. Sie geben also bei allen Arten mit hohem Verlustwerte nur wahrscheinliche, aber keine zuverlässigen Werte.
6. Die Zusammensetzung des Netzplanktons weicht vor allem dadurch von der des Gesamtplanktons ab, daß die Gewebstiere, Ceratien und Chaetoceras im ersteren weit mehr als im letzteren hervortreten, während fast alle anderen Peridineen und Diatomeen in ihrer Zahl sehr stark herabgedrückt werden und ein großer Teil der Tintinnen, fast alle Coccolithophoriden und anderen Phytoflagellaten ausgelöscht erscheinen. Radiolarien und Globigerinen werden dem Anschein nach vom Netz besser zurückgehalten, doch sind darüber noch weitere Untersuchungen zu machen. Netzplankton und Vollplankton weichen also in sehr starkem Grade voneinander ab, und bei dem Wechsel des Netzverlustes ist es unmöglich, aus ersterem sichere Schlüsse auf das letztere zu ziehen. Was im Netzplankton an kleinen verlustreichen Formen in großer Menge vorhanden ist, war natürlich auch im Vollplankton häufig; aber es ist durchaus nicht auszuschließen, daß andere im Netzplankton nur spärlich oder gar nicht vertretene Formen (Sceletonema, Coccolithophoriden, Tintinnen, viele Peridineen) in Wirklichkeit viel zahlreicher gewesen sind. Nur die Häufigkeit einer solchen Form im Netzplankton ist beweisend, das spärliche Vorkommen bezeugt nur das Vorhandensein, das Fehlen schließt das Vorkommen im Meere nicht aus.

2. Der Planktonverlust bei der Filtration durch dichte Filter.

In Syrakus verwandte ich neben Papierfiltern auch Filter aus dichtem Seidentaffet, um diejenigen Organismen, die bei dem Gebrauch der Papierfilter noch verloren gehen, zu erhalten. Ein Vergleich meiner Fangresultate mit dem gleichzeitigen Fangertrag der Appendicularien in ihren Gehäusen ließ indessen schon damals erkennen, wie mangelhaft die Taffetfiltration war.¹⁾ Gerade die häufigsten Organismen gingen zu Grunde, weil sie nicht

¹⁾ Später habe ich in Kiel noch weitere Versuche mit Taffet-Filtration gemacht, die übereinstimmend zeigten, wie zerstörend dieselbe auf die nackten Protisten wirkt und wie viel Individuen auch von den skelettragenden Formen verloren gehen. So fand ich am 15. IX. 04 im Wasser aus dem „Kleinen Kiel“ durch Taffetfiltration: während wirklich vorhanden waren:

Euglena	1800	30 000
Gymnodinien	60	500
<i>Prorocentrum micans</i>	4	500
Oxyrrhis	—	7 000
In einem anderen Versuche (27. XI. 05) ergab die Taffetfiltration:		die Centrifuge:
<i>Rhodomonas pelagica</i>	600	88 000
Carteria sp.	—	6 300
Nackte Chrysomonadinen	100	2 000
<i>Halteria rubra</i>	—	3 000

Neue Untersuchungen mit der Centrifuge würden also zweifellos für das Mittelmeer außerordentlich viel höhere Zahlen für die Gymnodinien, Coccolithophoriden, Cryptomonadinen, nackten Chrysomonadinen, Monadinen usw. ergeben und damit auch zu dem Resultat führen, daß die *Oikopleura albicans* offenbar nur wenige Cubikcentimeter Wasser zu filtrieren braucht, um ihren Fangapparat zu füllen.

widerstandsfähig genug waren, den bei der Filtration entstehenden hohen Druck auszuhalten, und nur von den widerstandsfähigeren, skelettragenden Formen wurden nennenswerte Mengen erhalten. Hätte ich daher in Syrakus nicht stets eine Ergänzung meiner Fangresultate durch die Fangergebnisse der Appendicularien ausführen können, so würden meine Untersuchungen viel lückenhafter geblieben sein. Hier bei Kiel treten die Appendicularien nur eine kurze Zeit des Jahres hindurch auf, die einzige Oikopleura-Art (*O. dioica* Fol.) ist relativ klein und ihr Gehäuse weit schwieriger zu erhalten als dasjenige der Mittelmeerarten. Ich mußte daher hier notwendigerweise auf eine Vervollkommnung meiner eigenen Fangmethoden denken und fand schließlich in der Centrifuge den besten Apparat, um die kleinsten und zartesten Auftriebsorganismen in gleicher Erhaltung wie mittelst der Appendiculariengehäuse und in weit vollständigerer Zahl zu erhalten. Damit fiel die Anwendung von Taffetfiltern vollständig aus, so daß hier einzig und allein die Papierfilter in Frage kommen. Wie schon Kofoid gebrauche ich nur die durch ihre Feinheit, Glätte und große Stärke ausgezeichneten „gehärteten Filter“ von Schleicher & Schüll in Düren im Rheinland.

Die Filterfänge wurden in der Weise ausgeführt, daß vom verankerten Boote aus mit Schlauch und Pumpe die gleiche vertikale Wassersäule abgesogen wurde, die vorher und nachher mit dem Planktonnetz durchfischt wurde. Jedesmal wurden 54 Liter, die 2 große Schwefelsäure-Ballons füllten, aufgepumpt, jedem Ballon $\frac{1}{2}$ Liter des käuflichen Formalins zugesetzt, so daß eine 2% Lösung entstand und das so konservierte Wasser gleich nach der Rückkehr im Laboratorium filtriert. Das Formol wurde bereits während der Füllung der Ballons zugegossen, so daß eine gründliche Durchmischung mit dem Wasser erfolgte. Die Zeit, in der die 54 Liter gepumpt wurden, betrug 9 Minuten; während derselben wurde das untere Schlauchende, an dem ein Tau befestigt war, vom Diener gleichmäßig und langsam von 15 m Tiefe bis zur Oberfläche gehoben und darauf wieder von der Oberfläche bis zu 15 m Tiefe sinken gelassen, was während der 9 Minuten 9mal sich ausführen ließ, so daß die vertikale Wassersäule während dieser Zeit 18mal abgepumpt wurde. Da stets dieselben Personen Schlauch und Pumpe bedienten, wurde die Arbeit mit großer Gleichmäßigkeit und Sicherheit ausgeführt.

Bei dieser Fangmethode kommen nun als Verlustquellen in Betracht: 1. die Filtration durch die Papierfilter, 2. das Abspülen des Fanges von den Filtern und 3. das Aufsaugen des Wassers vom unteren Schlauchende.

a) Der Filtrationsverlust.

Da die Filter aus gehärtetem Papier für die feinsten chemischen quantitativen Untersuchungen benutzt werden, scheint es zunächst sehr sonderbar, daß dieselben noch Planktonorganismen in irgend nennenswerter Menge durchschlüpfen lassen sollen. Aber wir haben es hier nicht mit toten, bewegungslosen Partikelchen zu tun, die da, wo sie niedersinken, liegen bleiben, sondern mit lebendigen und zum großen Teil sehr beweglichen Organismen, die im Wasserstrom schwimmen und mittelst desselben alle Lücken in dem reichen Maschenwerk der Filtermasse benutzen können, wenn dieselben einen Durchtritt ihres Körpers gestatten. Wie ich früher gezeigt habe, sind nun solche Lücken in der Filtermasse in nicht geringer Zahl vor-

handen, so daß in der Tat eine erhebliche Anzahl von Organismen einfach durch das Filter hindurch passiert, während ein anderer Teil in dem Lückenwerk stecken bleibt und zu Grunde geht, also ebenfalls dem Fange entzogen wird (Über den Reichtum des Meeres, Tafel IV, Fig. 8 und pag. 20/21).

Der Beweis, daß ein nicht unerheblicher Durchtritt von Organismen erfolgt, läßt sich leicht durch die Untersuchung des Filtrates führen. So fand ich in Syrakus (loc. cit. pag. 55), daß von *Thalassiothrix nitschioides* noch 0,5 %, von *Pontosphaera huxleyi* 16,2 %, von Gymnodinien (10 μ gr.) 26,0 % und von nackten Chrysomonadinen (5—6,5 μ gr.) 26,0 % das Filter passiert hatten. Noch größer muß der Durchtritt bei den Bakterien sein, worüber mir aber keine Untersuchungen zur Verfügung stehen. Im August 1904 war der „Kleine Kiel“, ein Brackwasser-Teich in der Stadt Kiel, von *Oxyrrhis marina* so dicht erfüllt, daß am 6. August in einem Tropfen des geschöpften Wassers über 1200 Individuen vorkamen und 0,1 Liter Wasser 0,8 ccm Auftrieb ergab, der fast nur von *Oxyrrhis* gebildet wurde.¹⁾ Von diesem Wasser filtrierte ich 100 ccm und fand nach der 1. Filtration noch 4,5 %, nach der 2. Filtration 1,2 %, nach der 4. Filtration noch 0,6 % der *Oxyrrhis* in dem jedesmaligen Filtrat. Trotz viermaliger Filtration war es also nicht möglich gewesen, alle *Oxyrrhis* zu sedimentieren, obwohl diese Flagellaten 20 μ lang und 6 μ breit sind.

Indessen hat dieser Verlust in Wirklichkeit nur sehr geringe Bedeutung, da einmal konserviertes Material, weil die Eigenbewegung der Organismen fehlt, viel besser zurückgehalten wird, und ferner weil jene Verluste nur bei der Filtration kleiner Wassermassen eine nennenswerte Höhe erreichen können, solange das Filter sich nicht mit Fangmasse bedeckt hat. Für unsere Untersuchungen werden wir aber von diesem Verluste umsomehr absehen können, als für den Fang der kleinsten Formen die Centrifuge verwandt wurde.

Von viel größerer Bedeutung ist dagegen, daß eine große Zahl nackter und zarter Auftrieborganismen bei der Filtration einfach zu Grunde gehen. Auch hier ist naturgemäß der Verlust am größten bei der Filtration lebenden Materiales, aber er bleibt auch bei konservierten Fängen nicht aus. Von nackten Chrysomonadinen, kleinen Gymnodinien, Monadinen, Amöben wird man daher in den Filterfängen gar nichts oder nur sehr wenig finden. Dazu kommt noch, daß diese Formen zum Teil im Fange sehr schnell ihre Form ändern oder zerfließen und daß sie im konservierten Zustande nur schwer wieder zu erkennen sind. Für diese zarten Organismen wird es daher immer nötig sein, sie noch im Leben zu studieren.

b) Der Abspülverlust.

Da die Filter für quantitative chemische Analysen allgemeine Verwendung finden, müssen sie leicht und gut sich abspülen lassen. Bei der Filtration abgetöteten Planktons kann daher kaum ein großer Abspülverlust eintreten, wenn nur die Reinigung sorgfältig und kräftig geschieht. Ich habe stets Faltenfilter gebraucht, da diese erheblich schneller filtrieren und sich ebensogut wie glatte Filter abspülen lassen, wenn man nach Beendigung der Filtration und Durchstoßung

¹⁾ Auf 175 Liter berechnet, wie die Fänge aus der Ostsee, würde sich danach ein Volumen von 1400 ccm berechnen, das außerdem sehr gleichmäßig und dicht sedimentierte und also eine vielfach größere Masse repräsentierte als der größte bei Laboe beobachtete Diatomeenfang von 81 ccm Setzvolumen. Die Masse war also sicher über 20 mal größer!

des Filters, nachdem die Hauptmasse des Sedimentes ab gespült ist, das wasserfreie Filter aus dem Trichter heraushebt und flach kegelförmig eingesenkt auf den Trichterrand auflegt. Die Filter glätten sich dann völlig und man kann nun die Filterfläche ohne Schwierigkeit in allen Punkten noch einmal abspritzen, bis alles Sediment entfernt ist. Eine absolut vollständige Reinigung ist aber selbstverständlich hier ebensowenig ausführbar, wie beim Netz, doch ist sie, soweit meine Erfahrung reicht, weit vollständiger als dort.

Um die Abspülbarkeit genauer zu prüfen, schabte ich am 27. VIII. 06, nach der Filtration eines Fanges, das in der üblichen Weise gereinigte Filter zunächst seiner ganzen Fläche nach mit dem Messer ab, versetzte das Abschabsel mit Wasser und untersuchte es sorgfältig unter dem Mikroskop. Es fanden sich in demselben:

<i>Prorocentrum micans</i> . . .	24
Glenodinium	5
<i>Heterocapsa triquetra</i> . . .	5
<i>Thalassiothrix nitschioides</i> .	6

Im Sediment waren gewesen 95 000 Prorocentren und 250 000 Heterocapsen, so daß der Rückstand nur 0,002 resp. 0,02 % betrug, also vollständig bedeutungslos blieb. Unter dem Mikroskop erwies sich das Filter direkt nach dem Abspülen als völlig reines Fadenwerk, zwischen dessen Fäden hier und da ein Prorocentrum oder Glenodinium festgeklemmt war. Von Rhizosolenia und Chaetoceras, sowie von Ceratium wurde nichts gesehen; von Sceletonema lagen nahe der Durchstoßungsstelle im Zentrum des Filters zwei Bruchstücke einer Kette. Wie beim Netz würden also auch hier am meisten zurückgehalten werden kleine Organismen, die sich leicht zwischen das Fadenwerk eindringen und dort festklemmen können. Die anderen Formen legen sich offenbar glatt der Fläche des Filters an.

Um noch sicherer zu gehen, nahm ich einen Planktonfang, brachte denselben auf das Wasservolumen von 500 ccm und filtrierte ihn durch Papierfilter in der üblichen Weise, nachdem ich vorher seine Zusammensetzung quantitativ festgestellt hatte. Das Filtersediment wurde dann gesammelt, durch Zusatz filtrierten Wassers wiederum auf das ursprüngliche Volumen von 500 ccm gebracht und nun von neuem quantitativ geprüft. Die Differenz in der Zusammensetzung beider Proben mußte notwendigerweise den Spülverlust ergeben, wobei natürlich mit den Ungenauigkeiten der Zählmethode gerechnet werden muß. Das Ergebnis war nun folgendes:

	Vor der Filtration in 1 ccm	Nach der Filtration in 1 ccm	Verlust
1. Chaetoceras	2 730	1 500	1,8
2. Sceletonema	109 520	99 260	1,1
3. <i>Rhizosolenia setigera</i>	1 040	720	1,4
4. <i>Thalassiothrix nitschioides</i> .	500	870	(1,7!)
5. Prorocentrum	190	210	(1,1!)
6. <i>Ceratium tripos</i>	220	190	1,2

Der Verlust übersteigt also nicht die Schwankungen, die aus der Ungenauigkeit der Zählungen sich ergeben; sowohl ein Überschuß von 1,7, wie ein Untermaß von 1,8 kommt vor; ein Verlust ist allerdings kaum zweifelhaft, da von den 6 Arten vor dem Filtrat 114 200 Indi-

viduen, nach dem Filtrat aber nur 102750 Individuen sich nachweisen ließen. Das würde ein Verlust von 1,1 sein, der also ohne Bedeutung ist.

Wird das Filter daher gründlich abgespritzt und dafür gesorgt, daß kein Teil des Niederschlages antrocknen kann, wird ferner das Filter nach Beendigung der Hauptabspülung noch glatt gelegt und von neuem abgespült, so dürfte der Abspülverlust hier von erheblich geringerer Bedeutung als beim Netze sein und für die Verwertung der Resultate kaum in Frage kommen.

c) Der Pumpverlust.

Es bleibt nun noch zu erwägen, ob durch die Methode der Aufpumpung des Wassers und der Aufsaugung desselben durch das freie Schlauchende ein Verlust an Fang eintreten kann. Dieser Verlust würde dann als Pumpverlust zu bezeichnen sein.

Die Aufnahme des Wassers in den Fangapparat ist bei dem Schlauch eine völlig andere wie bei dem Netz. Während dort das ruhende Wasser vom Netz umschlossen wird, wird es hier in das Schlauchende gewaltsam eingesogen. Dort entsteht durch den Widerstand des Netzes eine Stauung und Erschütterung des Wassers vor der Netzmündung, hier bilden sich Ströme zur Schlauchöffnung hin. Von diesen Strömen, die man in planktonreichem Wasser sehr gut beobachten kann, wenn man dem Schlauchende eine Glasröhre ansetzt, sind die zentralen viel intensiver als die peripheren. Es wäre denkbar, daß durch diese Erregung des Wassergebietes vor dem Schlauchende, sowie durch die verschiedene Stromintensität zentraler und peripherer Stromfäden Fehlerquellen geschaffen würden.

Indem man einen großen Glashafen mit planktonreichem Wasser füllt und dann mittelst eines dünnen Gummischlauches das Wasser langsam in ein tiefer stehendes Gefäß überleitet, läßt sich diese Frage leicht experimentell prüfen. Ersetzt man den im Wasser hängenden Teil des Schlauches durch eine Glasröhre, so kann man mit der Lupe das Eintreten der Copepoden und Ceratien in dieselbe bequem verfolgen, und durch Anlegen einer Klemmschraube an den Schlauch läßt sich die Stromstärke ganz beliebig einstellen. Am 28. VIII. 06 führte ich ein solches Experiment aus, bei dem das Planktongefäß 1½ m über dem anderen Glashafen stand. Der Strom hatte eine Stärke von 3 cm in der Sekunde. Zunächst war deutlich erkennbar, wie von den gleichzeitig in die Röhre eintretenden Organismen die zentral schwebenden schnell die peripher schwebenden überholten. Die Stromdifferenz ist bedeutungslos für die gleichmäßige Absaugung der ganzen Wassersäule, da aus jedem Querschnitt derselben gleichviel zentrale und gleichviel periphere Wasserfäden aufgenommen werden; auch für die Aufnahme der im Wasser schwebenden Organismen kann diese Differenz nicht ändernd in Betracht kommen, soweit dieselben nicht die Fähigkeit haben, sich der Strömung entgegenzustellen. Allen größeren Tieren muß notwendig diese Differenz zwischen der Wasserfadenströmung bemerkbar werden an dem Einfluß, den sie auf die Orientierung ihres Körpers im Strom ausübt, und dadurch müssen sie zu einer Reaktion angeregt werden. In meinem Experimente arbeiteten nun tatsächlich Cladoceren (Podon) und Copepoden (Erwachsene, aber auch Nauplien) stets energisch dem Strome entgegen. Einem Copepoden-Nauplius gelang es dadurch, sich aus der Röhre, in die der Strom ihn schon eine Strecke weit hinaufgeführt hatte, wieder herauszuarbeiten. Dasselbe Verhalten zeigten diese

beiden Krebse auch außerhalb der Röhre im Bereiche der Einwirkung des Saugstromes. Erwachsenen Copepoden gelang es wiederholt durch energische Sprünge senkrecht gegen die Stromrichtung sich aus dem Stromgebiete eine Zeitlang zu befreien. Ein Podon kämpfte mehrere Minuten lang direkt unter der Röhrenmündung gegen den Eintritt an, bis er endlich ermattete und emporgerissen wurde. Hierdurch könnte also eine Verarmung des aufgepumpten Wassers an größeren, mit energischer Lokomotion begabten Tieren eintreten. Aber das wäre nur möglich, wenn auch bei dem Aufpumpen des Wassers im Boot der Strom so schwach wäre wie hier im Experiment. In Wirklichkeit durchströmt jedoch das Wasser den Schlauch mit einer Schnelligkeit von 57 cm in der Sekunde, der Strom ist also 19mal stärker als im Experiment. Es würden also nur Tiere in Frage kommen können, die wie die Hyperinen und großen Sagitten die Copepoden erheblich an Kraft übertreffen. Im Mittelmeer fing aber der Schlauch, wie weiter oben dargelegt wurde, gerade von diesen Formen erheblich mehr als das Netz. Es ist daher wahrscheinlich, daß überhaupt nur sehr schwachen Strömen gegenüber eine derartige Reaktion ausgeübt wird, starken Strömen aber kein Widerstand entgegengesetzt wird. Auf keinen Fall aber ist aus der Wasseraufnahme durch den Schlauch eine Anreicherung des Wassers mit größeren Formen zu erklären.

Die Filterfänge zeigen also im großen und ganzen nur geringe Verlustquellen. Der bedeutsamste Verlust entsteht durch das Zugrundegehen zarter, empfindlicher Formen durch die Filtration. In dieser Hinsicht müssen die Filterfänge noch ergänzt werden, wie das durch die Untersuchung von Appendicularien-Gehäusen und durch Centrifugieren geschieht.

3. Kompensierung des Filterverlustes durch Appendicularien-Gehäuse und Centrifuge.

Über die Verwendung der Appendicularien-Gehäuse zum Studium der kleinsten und zartesten Planktonorganismen habe ich bereits im Band 7 der Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen (loc. cit. pag. 23—32) so ausführlich berichtet, daß ich mich hier sehr kurz fassen kann. Die Methode ist selbstverständlich nur ein Notbehelf, da die Wassermasse, aus deren Filtration der Inhalt des untersuchten Gehäuses stammt, nur schätzungsweise bestimmt werden kann; Veränderungen in der Zusammensetzung des Inhaltes nicht auszuschließen sind (gegenseitiger Fraß, Zerstörung usw.) und man sehr vorsichtig darauf achten muß, nur frische Gehäuse zu wählen, da in alten, seit einiger Zeit bereits verlassenem Gehäusen starke Wucherungen von Nitschien, Synedren, Bakterien, Monadinen etc. eingetreten sein können. Dennoch sind die Gehäuse zur Orientierung über das kleinste Plankton und zur Kritik anderer Methoden unübertroffen.

Ich habe daher auch in der Ostsee die Gehäuse von *Oikopleura dioica* Fol., die abweichend von den 17 mm großen, gestreckten Gehäusen der *Oikopleura albicans* nur erbsengroß und kugelig sind, in den wenigen Monaten, in denen sie hier vorkommen (August bis Oktober), regelmäßig auf den Inhalt ihres Fangapparates hin untersucht. Dieser enthielt in großer Menge: *Rhodomonas pelagica*, nackte Chrysomonadinen, Coccolithophoriden; *Thalassiosira nana*, Ruhesporen von Chaetoceras; Rhynchomonas. Daneben kamen in größerer Zahl vor:

Eutreptien, Carteria; verschiedene Monadinen, ein kleiner Flagellat in gelbem, becherförmigen Gehäuse (Calycomonas), Strombidium. Außerdem wurden vereinzelt gefunden: Halteria, Amphidinium, Heterocapsa. Am interessantesten war der Fund der Coccolithophoriden, die freilich nur in einer Art: *Pontosphaera huxleyi* Lohm. auch in der westlichen Ostsee leben; Gymnodinien treten hier sehr zurück, das hängt aber lediglich mit der Zeit des Auftretens der Appendicularien zusammen, in der diese Formen relativ selten sind. Im Frühjahr und Anfang Sommer sind sie sehr häufig, dann fehlen aber die Oikopleuren. Die größte Form, die ich in einem Gehäuse fand, war Heterocapsa und eine kleine Thalassiosira.

Quantitativ verwertbare und zugleich für das ganze Jahr gültige Untersuchungen über das Auftreten dieser kleinsten Planktonformen lieferte mir die Centrifuge.

Die Anwendung der Centrifuge für die Untersuchung des Planktons ist keineswegs neu. Sie wurde, soviel ich sehe, zuerst vor 12 Jahren von Cori¹⁾ angewandt, hat aber eine größere Bedeutung in der Planktonforschung bisher nicht zu erlangen vermocht, da ihre Einwirkung auf die einzelnen Planktonorganismen notwendigerweise eine sehr verschiedene ist und das Sediment daher in seiner Zusammensetzung von der Zusammensetzung des im Wasser lebenden Planktons mehr oder weniger erheblich abweicht. Diese Verschiedenheit in der Wirkung auf die einzelnen Planktonformen fiel nur dann fast vollständig fort, wenn das Plankton in Konservierungsflüssigkeiten überführt war, die erheblich leichter als Wasser sind, und daher wurde die Centrifuge vornehmlich gebraucht, um abgetöteten Auftrieb zu sedimentieren und dadurch das Volumen der einzelnen Fänge festzustellen. In dieser Weise sind Krämer, Juday, Kofoid und Ward²⁾ vorgegangen. Die in Alkohol konservierten Fänge wurden 1—2 Minuten lang centrifugiert, wobei die Centrifuge 1000—1840 Umdrehungen pro Minute ausführte. Auch für unsere Untersuchungen hat diese Verwendung der Centrifuge ihre Bedeutung, wichtiger aber sind die Versuche, lebendes Plankton mittelst der Centrifuge zu sammeln. Cori kam 1895 (loc. cit.) bei Versuchen mit einer sehr primitiven Centrifuge, die im Maximum 1300 Umdrehungen pro Minute machen konnte, zu dem Ergebnis, daß lebendes Plankton sich nicht auf diese Weise sedimentieren lasse. Er hatte mit Protozoen, Daphniden und Cyclopiden experimentiert und wahrscheinlich hatten vor allem die Krebse sich widerspenstig erwiesen. Dagegen hatte im folgenden Jahre Dolley³⁾ bereits vollen Erfolg mit einer sehr starken, besonders konstruierten Centrifuge, die er „Planktonokrit“ nannte und die nicht weniger als 8000 Umdrehungen in einer Minute ausführte. Er sedimentierte so jedesmal 2 Liter Meerwasser in 1—2 Minuten und bestimmte auf diese Weise täglich den Gehalt des Meeres an Auftrieb nach Volumen und Gewicht. „By means of this apparatus“, schrieb Dolley, „one is enabled to judge of a given

¹⁾ C. J. Cori, Über die Verwendung der Centrifuge in der zoologischen Technik, Zeitschrift f. wissensch. Mikroskopie, Bd. 12, 1895, pag. 303—306.

²⁾ Aug. Krämer, Über den Bau der Korallenriffe, Kiel u. Leipzig, 1897, pag. 114—121.

Chanc. Juday, The Plankton of Turkey Lake, Proceed. Indiana Acad. Scienc., 1896, pag. 287—296.

C. A. Kofoid, Plankton Studies I. Methods and Apparatus in Use in Plankton Investigations, Bull. Illinois State Laborat. Nat. Hist., vol. 5, pag. 1—25.

— On some important Sources of Error in the Plankton Method. Science, N. S., vol. 6, pag. 829—832, 1897.

H. B. Ward, A Biological Examinat. Lake Michigan. Bull. Mich. Fish Comm., Nr. 6, 1896.

— A comparative Study in Methods of Plankton Measurement, Trans. Americ. Microsc. Soc., vol. 21, pag. 227—247.

³⁾ C. S. Dolley, The Planktonokrit, Proceed. Acad. Natur. Sci. Philadelph. 1896, pag. 276—289.

area of water at different times of the day, states of the tide, from various depths in fact of the planktonic variations as regards depth, temperature, density, wind, tide etc. (p. 280)“ und er schloß mit dem Satze „I am confident that it will facilitate in many ways the solution of the oecological problems which confront the student of aquatic organisms, and at any rate free him from the Danaides task of counting the individuals (p. 181).“ Fild¹⁾ arbeitete dann zwei Jahre mit diesem Planktonocrit in dem Meereslaboratorium von Rhode-Island und fand, daß vor allem der Erhaltungszustand der Organismen „especially of the most delicate forms“ weit alle anderen Methoden übertrifft (p. 202). Auch Kofoid, der selbst viel mit der Centrifuge gearbeitet hat, sagt 1897 in einer Besprechung der Apparate zur Planktonforschung über Dolley's Planktonocrit (loc. cit. pag. 20) „It is only by means of some such machine as this that complete examination of the contents of the water is possible“. Es war also erwiesen, daß man durch eine starke Centrifuge schon aus 2 Liter Wasser von der Meeresküste so viel Plankton zur Sedimentierung bringen konnte, um Volumen und Gewicht festzustellen und daß der Erhaltungszustand des Planktons dabei ein vorzüglicher blieb. Der einzige, aber zugleich sehr schwerwiegende Fehler der Methode war die ungleiche Wirkung der Centrifuge auf die einzelnen Planktonorganismen. Cori hatte lebende Krebse nicht zu sedimentieren vermocht, nach Jackson²⁾ blieb auch bei Cyanophyceen die Centrifuge wirkungslos. Kofoid brachte auch viele Individuen von Euglena, Chlamydomonas und anderen Flagellaten nicht zur Sedimentierung. Infusorien und Rotatorien sollten sich dagegen gut zentrifugieren lassen (Jackson). Kofoid schloß daher „The selective character of this error render the use of the centrifuge of questionable utility as a basis for a complete analysis of the biological contents of water“. Offenbar hat der Gedanke an diesen Übelstand der Centrifuge auch bisher eine allgemeine Verwendung bei der Planktonforschung verhindert, wie mir aber scheint, sehr mit Unrecht.

Man muß sich nur von dem Gedanken frei machen, daß eine Methode zur Gewinnung aller Planktonformen dienen muß. Erfordert schon der erfolgreiche Fang der Medusen, Siphonophoren etc. besonders große Netze und die Befischung erheblicher Wassermassen, so reichen auch alle Methoden, die die Planktonformen mittlerer Größe, wie Copepoden, Tintinnen, Ceratien etc. gewinnen lassen, nicht aus für die kleinsten und zartesten Organismen, wie die Gymnodinien, Chrysomonaden usw. Diese letzteren wird man nur dann in zuverlässiger Weise erhalten, wenn man kleine Mengen Wasser untersucht und die Organismen noch lebend unter das Mikroskop bringt. Nach der Konservierung des Gesamtfangs läßt sich wohl durch Färbung und mühsame Untersuchung nachweisen, daß diese und jene Formen im Fange enthalten gewesen sind, eine quantitative Analyse aber ist völlig ausgeschlossen. Daher sind für diese Formen auch die Methoden der Sedimentierung durch allmähliches Absetzenlassen der abgetöteten Organismen, wie Volck es macht, oder durch Niederreißen vermittelt eines chemischen Niederschlages in der Konservierungsflüssigkeit unanwendbar. Zweifellos ist die Verwendung so feiner Reusen, wie sie die Appendicularien gebrauchen, das vollkommenste Mittel, das die zartesten Formen am

¹⁾ Fild, G. W. Use of the Centrifuge for collecting Plankton, Science, n. s. vol. 7, 1898, pag. 201.

²⁾ Jackson, D. D. On an Improvement in the Sedgwick-Rafter Method, Techn. Quar. vol. 9, pag. 271—274, 1896 und An Improved Filter for microscopical Water Analysis, cod. loc. vol. 11, pag. 241—245, 1898.

wenigsten schädigt; von allen technischen Methoden aber leistet nur die Centrifuge annähernd so gute Resultate. In der Tat ist das Bild, das das Sediment des Centrifugenglases aus 15 ccm Meerwasser zeigt, in überraschendster Weise dem das der wohlgefüllte Reusenapparat einer Oikopleura gibt, ähnlich, nur sind dort außer den kleinsten Formen der Gymnodinien, Coccolithophoriden, Monadinen etc. noch die mit Schwebapparaten versehenen Diatomeen, Tintinnen etc. etc. beigemischt. **Die Centrifuge wird daher nur in Betracht kommen für diese zartesten und kleinsten, weder durch Müllergaze noch durch Papierfilter in quantitativ brauchbarer Weise fangbaren Organismen.** Für diese besitzen wir in der Tat keine andere Methode; denn auch jede Filtration durch Kieselguhr-, Porzellan- und Kohlefilter versagt wegen der Schwierigkeit, den auf der Filterfläche niedergesetzten Fang zu sammeln und in lebendem Zustande zur quantitativen Analyse unter das Mikroskop zu bringen. Bei der Centrifuge ist dies alles mit Leichtigkeit in sehr vollkommener Weise zu erreichen.

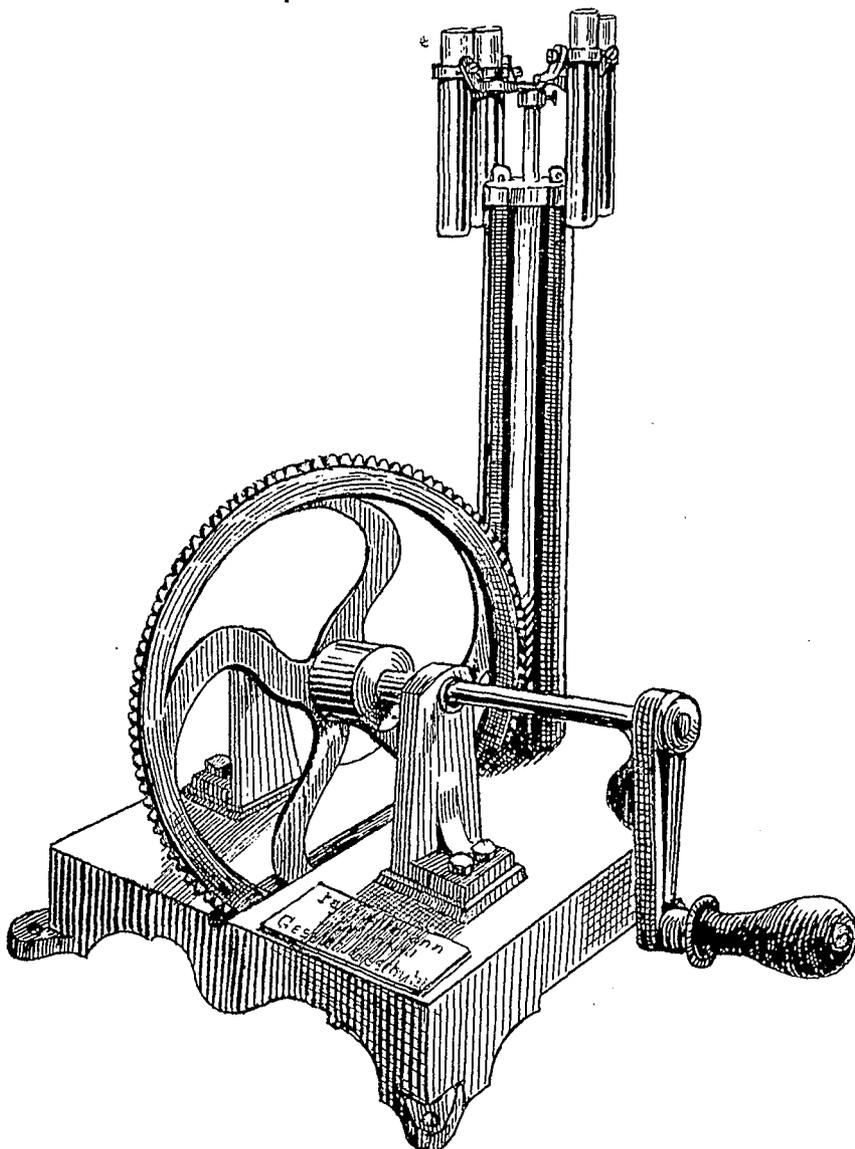


Fig. 3. Centrifuge von Altmann mit Zahnradtrieb, wie sie für die Gewinnung des Planktons verwandt wurde.

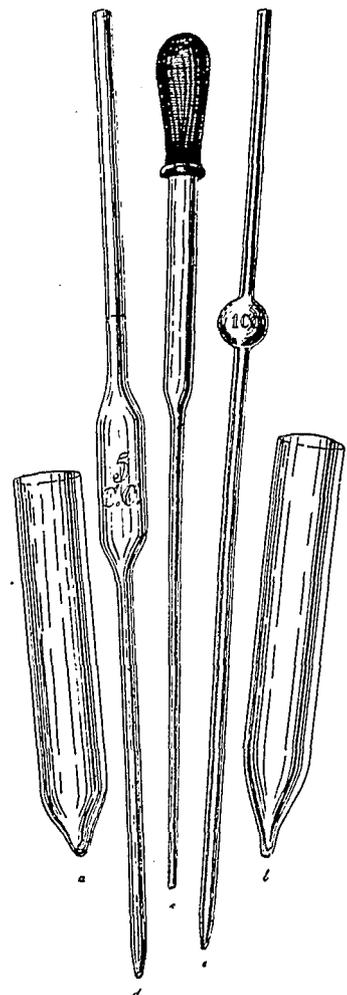


Fig. 4. Centrifugengläser (a, b) und Pipetten zur Entnahme des Sedimentes aus den Gläsern (c) und zur Entnahme einer bestimmten Wassermasse aus den Schöpfproben (d, e).

Für die vorliegenden Untersuchungen habe ich eine Centrifuge gebraucht, die durch Zahnräder getrieben wurde (Fig. 3), so daß die Funktionierung eine ganz exakte war und jeder Kurbeldrehung stets eine genau gleiche Umdrehungszahl der Centrifugengläser entsprach. Dieselbe wurde mit der Hand getrieben und es war leicht, in einer Minute 1300 Umdrehungen zu bewirken; jede Probe wurde 9000 Umdrehungen in 7 Minuten unterworfen. Zur Aufnahme der Wasserproben habe ich zwei Sorten von Gläsern herstellen lassen (Fig. 4); der Boden der einen (a) war kegelförmig zugespitzt, der der anderen (b) in einen schmalen fingerförmigen Fortsatz ausgezogen. Die letzteren dienten nur für die Centrifugierung konservierten und bereits durch Filtration konzentrierten Materiales zum Nachweise seltenerer und größerer Formen als Ersatz für Pump- und Netzfänge; das recht umfangreiche Sediment sammelte sich in dem Fortsatz an und konnte, nachdem das überstehende Wasser durch einfaches Umkippen des Glases abgossen war, mittelst einer langgestielten Pipette (c) bequem aufgesogen und unter das Mikroskop gebracht werden. Es handelte sich hier stets um den Inhalt von $\frac{1}{4}$ Liter geschöpften Meerwassers. Die erstere Form war dagegen für die Centrifugierung lebenden Planktons bestimmt, bei der nur Wasserproben von 5—15 ccm verwendet wurden. Das Sediment setzte sich scharf in der äußersten Spitze des Kegels ab, und wenn nach Beendigung der Sedimentierung das Glas ausgegossen wurde, blieb nicht nur das Sediment völlig ungestört liegen, sondern mit ihm hielt sich noch der größte Teil des den Kegel ausfüllenden Wassers im Glase fest. Es wurde dann mit der Pipette zunächst das Sediment durch wiederholtes Auf- und Niedersaugen fein

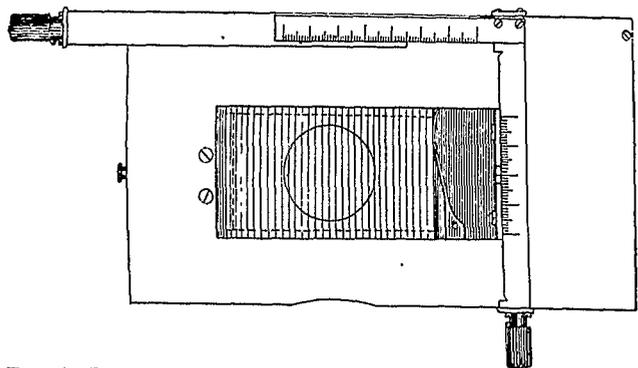


Fig. 5. Beweglicher Zähltablett von Zwickert, für jedes Mikroskop verwendbar ($\frac{1}{2}$ natürlicher Größe).

in dem Wasserrest verteilt, dann ganz aufgesogen und unter das Mikroskop gebracht¹⁾; mit einem kleinen, in die Pipette aufgenommenen Teil des abgossenen Wassers wurde zum Schluß der Kegel noch ausgespült und auch dieses Wasser dem übrigen Fange zugefügt, der nun, wenn alles gut gelungen war, nicht mehr als einen Tropfen ausmachte. Nach vorsichtiger Auflage eines Deckglases, über dessen Rand nichts oder nur sehr wenig Wasser übertreten darf, konnte dann die Durchzählung mit starker Vergrößerung beginnen. Von Wichtigkeit ist die Form des Kegels der Centrifugengläser, die so steil sein muß, daß noch genügend Wasser über dem Sediment beim Abgießen stehen bleibt, um ersteres vor Aufwirbelung zu bewahren, daß aber andererseits auch die Wassermasse nicht zu groß ist, um später auf dem Objektisch von einem kleinen Deckglase (12 mm) vollständig bedeckt werden zu können. Das Sediment ist meist recht dicht und hält ziemlich

¹⁾ Statt des kostspieligen Zählmikroskopes habe ich stets für die quantitative Analyse den in Fig. 5 abgebildeten, von Mechaniker Zwickert in Kiel gefertigten Zähltablett benutzt, der auf jedes Mikroskop aufgeschoben werden kann. Nur für umfangreiche Zählungen bei schwacher Vergrößerung ist natürlich eine größere Tischfläche praktischer, da man auf ihr größere Fangmassen ausbreiten und in einem Zuge durchzählen kann. Umrandet man indessen die Glasplatten mit Wachs und Schellack, so kann man auch auf diese kleinen Platten ziemlich erhebliche Massen von Flüssigkeit ausbreiten. Vor allem ist der Zwickert'sche Zähltablett für Reisen sehr bequem.

fest zusammen, so daß die Aufrührung mittelst der Saug- und Stoßbewegungen der Pipette durchaus nötig ist, wenn es vollständig aufgesogen werden soll. Das läßt sich aber in der angegebenen Weise sehr schonend machen und dann ist die Sammlung des Sedimentes eine so vollständige, wie bei keiner anderen Fangmethode. Enthält das Wasser viel Flagellaten und Ciliäten, so ist eine Zählung der lebhaft hin und her schwimmenden Organismen natürlich sehr erschwert oder sogar ganz unmöglich. Man braucht aber nur das Deckglas, bevor man es auf den Tropfen legt, kurze Zeit über Osmiumdämpfe zu halten, um eine Betäubung dieser Organismen herbeizuführen, so daß die Bewegungen ganz langsam werden oder aufhören. Wendet man stärkere Vergrößerung an, so ist es nicht durchführbar, die ganze Fläche des Tropfens durchzuzählen; man kann sich aber so behelfen, daß man nur einen Bruchteil desselben durchzählt, nur ist es dann notwendig, alle Teile der Tropfenfläche gleichmäßig zu behandeln, indem man von jedem Teile den gleichen Bruchteil zählt. Man macht das so, daß man zunächst feststellt, wie viel Streifen der senkrecht linierten Zählplatte die Tropfenfläche von links nach rechts umschließt; dann dividiert man diese Zahl z. B. durch 5 und erhält so die Zahl von Streifen, die zu durchzählen sind, um $\frac{1}{5}$ des Tropfens abzuzählen; bei meinen Untersuchungen waren das 9. Es ist nun noch festzustellen, welche 9 Streifen, wenn man in der Mitte der Tropfenfläche anfängt, in gleichmäßigen Abständen die ganze Fläche von links nach rechts fortschreitend überziehen. An dem Maßstabe am vorderen Rande der Zählplatte (Fig. 5) läßt sich das leicht ablesen; man notiert die Lage dieser Streifen und beginnt dann die Zählung. Das Verfahren sieht hier sehr umständlich aus; ist in Wirklichkeit aber sehr einfach und bequem, sobald man quadratische Deckgläser von stets gleicher Größe benutzt. Die Streifenzahl ist dann ein für allemal gegeben, ebenso die Zahl der zu überschlagenden Streifen, so daß die Auswahl und Notierung der zu analysierenden Streifen nur wenige Augenblicke erfordert. Ich habe die Zählung stets so ausgeführt, daß ich zunächst bei starker Vergrößerung (250—500 mal) $\frac{1}{5}$ der Platte und darauf bei schwacher Vergrößerung (100—150 mal) die ganze Platte durchzählte. Im ersteren Falle wurden die kleinsten, zartesten und häufigsten Formen, wie Gymnodinien, Chrysomonadinen, Monadinen, Chaetoceras, Sceletonema usw., gezählt, im letzteren Falle die größeren und selteneren Organismen, wie Peridinium, Ceratium, Tintinnen etc.

Um noch einmal kurz zusammenzufassen, so war die Untersuchung des Wassers mit der Centrifuge folgende: 1. mittelst des Krümmel'schen Wasserschöpfers wurde vom Boot aus 1 Liter Wasser einer bestimmten Schicht der zu untersuchenden vertikalen Wassersäule entnommen; 2. $\frac{1}{4}$ Liter (250 ccm) wurde nach gründlicher Durchschüttelung der ganzen Probe entnommen und mit Formol versetzt (1—2%), dann durch kleine gehärtete Papierfilter filtriert, der Niederschlag centrifugiert und bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop auf größere und seltene Formen (Rotatorien, Cladoceren, Copepoden, Polychaeten, Ceratium usw.) durchzählt; 3. nach abermaliger guter Durchschüttelung wurde dann der frischen Schöpfprobe 15 ccm mittelst Saugpipette entnommen, centrifugiert und das Sediment in der beschriebenen Weise sofort unter das Mikroskop gebracht, um die kleineren Organismen noch im lebenden Zustande zu zählen. Stellte sich heraus, daß die Zahl der Organismen zu groß war, so wurde

eine kleinere Probe von 10, 5 oder 3 ccm Wasser zentrifugiert, wozu natürlich entsprechend engere Centrifugengläser verwendet werden mußten. Unter 3 ccm habe ich nicht hinuntergehen brauchen; auch dürfte es schwer sein, noch kleinere Wasserproben so zu zentrifugieren, daß das Sediment gut gesammelt und quantitativ verarbeitet werden kann; bis zu 3 ccm Wasser sind aber alle Manipulationen gut und sicher ausführbar.¹⁾ Dieses Sediment mit dem lebenden Fang wurde dann in der oben beschriebenen Weise analysiert. Die Zählresultate der 3 Zählungen (1. abgetötetes Sediment aus 250 ccm Wasser, 2. lebendes Sediment aus 15, 10, 5 oder 3 ccm Wasser bei schwacher Vergrößerung und 3. dasselbe Sediment bei starker Vergrößerung gezählt) wurden dann in derselben Weise wie die verschiedenen Plattenzählungen eines Netzfanges zusammengestellt und einheitlich verrechnet.

Auffallend ist zweifellos die außerordentliche Kleinheit der Wasserproben, deren Inhalt zur Analyse diente. 250 ccm hatten mir aber bereits in dem planktonarmen Mittelmeer als Stichproben gute Dienste geleistet, um die vertikale Verteilung der wichtigsten Planktonorganismen festzustellen; daß hier in der Ostsee noch kleinere Proben ausreichten, war also nicht auffällig. Trotzdem überraschte mich der Reichtum des Wassers, als ich mit 15 ccm (also mit $\frac{1}{66}$ Liter!) regelmäßig auskam und nicht selten gezwungen war, viel kleinere Proben zu nehmen. Im allgemeinen reichte in dem Küstengebiete der Ostsee $\frac{1}{4}$ Liter aus, um das quantitative Vorkommen der meisten Protisten mit ausreichender Genauigkeit zu verfolgen; für die Metazoen hingegen war dieses Maß meist zu klein.

Diese Erfahrungen werden nun weniger auffällig, wenn man berechnet, wie groß in Wirklichkeit die einzelnen Stichproben sind, die bei der Durchzählung eines Netz- oder Filterfanges nach Hensen's Methode der einzelnen Plattenzählung zu Grunde liegen. Nehmen wir einen Netzfang von 175 Liter an, wie ihn jeder Vertikalzug aus 0—15 m Tiefe vor Laboe lieferte, so würde eine Stichprobe von 0,1 ccm für die Durchzählung des Fanges, wenn der ganze Fang bei der Vorbereitung zur Zählung in 50 ccm Flüssigkeit suspendiert wurde, einer durchfischten Wassermasse von 3,5 Litern entsprechen; das ist bei armen Fängen durchschnittlich der Fall gewesen. Bei reicheren Fängen mußte aber eine Verdünnung auf 100, ja auf 1000 ccm vorgenommen werden, um die Zählung ausführen zu können, und dann entsprach die Zählprobe von 0,1 ccm einer durchfischten Wassermasse von 175 ccm resp. 17,5 ccm. Bei den viel reicheren Filterfängen mußten aber noch viel stärkere Verdünnungen angewandt werden, so daß wir also auch hier zu Stichproben von nur wenigen Cubikcentimetern durchfischten Wassers geführt worden sind. In Wirklichkeit also besteht der Unterschied zwischen den Centrifugen-Stichproben und der Untersuchung der Netz- und Filterfänge nur darin, daß bei den letzteren zunächst der Planktongehalt einer relativ recht großen Wassermasse gesammelt und erst zur Zählung in kleinste Stichproben zerlegt wird, während bei den ersteren diese kleinsten Stichproben direkt dem Wasser selbst entnommen werden. Hier wird also die gleichmäßige Verteilung der

¹⁾ Die engen Centrifugengläser von nur 5 oder 10 ccm Inhalt, mittelst welcher die Wasserproben von 3 und 5 ccm zentrifugiert wurden, hatten die gleiche Länge wie die anderen Gläser. Sie wurden in die Achse dieser Gläser gestellt und mit Wattebauschen in ihrer Stellung befestigt.

Organismen im Wasser, von der Durchschüttelung der 1 Liter-Wasserprobe vor Entnahme der einzelnen Stichproben abgesehen, der Natur selbst überlassen, während dort die gleichmäßige Mischung des Fanges in der Konservierungsflüssigkeit durch Schütteln jedesmal künstlich hergestellt wird. Es ist ein neuer Beweis für die erstaunliche Gleichmäßigkeit der Verteilung der Planktonorganismen im Meer, daß die direkte Entnahme so kleiner Stichproben aus dem Wasser eine quantitative Feststellung des gesetzmäßigen Vorkommens der Formen gestattet.

Es ist also die Analyse einer einzelnen Centrifugierung gleichwertig einer einzelnen Plattenzählung eines Netz- oder Filterfanges und da jede Schöpfprobe wenigstens 2 Centrifugierungen unterworfen wurde (1 von 250 ccm, 1 von 3—15 ccm Masse), so entspricht das Zählresultat aus jeder Schöpfprobe in der Tat der Analyse von 2 Zählplatten von sehr verschiedenem Umfange (etwa von 0,1 und 1,5 ccm). Da eine Schöpfprobe indessen nur feststellen läßt, was in einer bestimmten Wasserschicht enthalten gewesen ist, so kann der Inhalt der ganzen vertikalen Wassersäule nur aus der Analyse einer größeren Anzahl von Schöpfproben sich ergeben. Ich nahm daher bei jeder Fahrt Wasserproben aus 0, 5, 10 und 15 m Tiefe mit, die sämtlich in der angeführten Weise analysiert wurden. Durch Interpolation wurde dann aus diesen 4 Schöpfproben der wahrscheinliche Inhalt der ganzen Wassersäule gefunden. Die Methode ist dieselbe, die zur Berechnung des Inhaltes einer horizontalen Wasserschicht, von der nur an bestimmten Punkten Stichproben vorliegen, dient und von Hensen in der Bearbeitung der Nordsee-Expedition des Deutschen Seefischerei-Vereins zur Berechnung des Gehaltes der Nordsee an Fischeiern angewandt wurde.¹⁾ Ich kann daher auf das dort Gesagte verweisen und will hier nur anführen, daß sich für die Wasserproben daraus folgende Formel zur Berechnung der Durchschnittswerte ergibt:

$$D = \frac{(a \cdot 2,5) + (b \cdot 5,0) + (c \cdot 5,0) + (d \cdot 2,5)}{15}$$

$$D = \frac{a + 2b + 2c + d}{6}$$

wo a, b, c, d die Proben aus 0, 5, 10 und 15 m Tiefe bezeichnen. Dieser Durchschnittswert ist dann für 100 Liter Meerwasser berechnet; auf die gleiche Wassermenge wurden auch die Ergebnisse der Netz- und Filterfänge umgerechnet, so daß eine unmittelbare Vergleichung möglich ist. Ich habe die Menge von 100 Litern = 0,1 cbm gewählt, weil es gleich leicht ist, daraus die Zahl für 1 Liter, wie für 1 cbm zu ersehen und 1 Liter eine für jeden Menschen klar und leicht vorstellbare Größe repräsentiert, während 1 cbm in seinem Verhältnis zu den Planktonorganismen schon sehr viel schwieriger zu überblicken ist. Außerdem ist der Einfluß der Koeffizienten, durch welche aus den einzelnen Zählungsergebnissen die in den Protokollen angegebene Summe gewonnen wird, bei 100 Litern viel geringer als wenn 1000 Liter als Einheit gewählt werden.

¹⁾ Wissensch. Meeresuntersuch. N. F. Abt. Kiel, Bd. 2, Heft 2, pag. 8. 1897.

Dadurch, daß die Centrifugenfänge nicht die ganze Wassersäule umfassen, sondern nur Stichproben aus derselben geben, wird natürlich die Zuverlässigkeit derselben gegenüber den Netz- und Filterfängen erheblich beeinträchtigt. Denn es ist selbstverständlich durchaus nicht gesagt, daß gerade in den gewählten Tiefen alle Organismen in typischer Dichte vorkommen und nicht etwa in den dazwischen liegenden Schichten erhebliche Minima oder aber starke Maxima der Dichte liegen. Diese Möglichkeit ist vor allem bei so flachem Wasser und bei solch starken vertikalen Verschiedenheiten in Beleuchtung, Salzgehalt und Temperatur der einzelnen Wasserschichten, wie sie gerade hier häufig vorkommen, keineswegs ausgeschlossen. Dennoch stimmen im allgemeinen die durch die Centrifuge gewonnenen Kurven auffällig gut mit den aus den Filterfängen erhaltenen Kurven überein, wie weiter unten noch näher ausgeführt werden wird, aber auch eine Betrachtung der Tafel X lehrt.

Es fragt sich nun aber vor allem, welche Genauigkeit der sedimentierenden Wirkung der Centrifuge beigelegt werden kann.

In den Wasserproben haben wir ein Wasser vor uns, in dem Körper des verschiedensten spezifischen Gewichtes, der verschiedensten Gestalt und der verschiedensten Kraft der Eigenbewegung suspendiert sind. Auf diese wirkt die Centrifugierung naturgemäß in sehr verschiedener Weise. Wäre die Gestalt bei allen eine gedrungene, fortsatzlose und die Eigenbewegung gleich Null, so würde das Resultat eine schichtweise Sedimentierung sein; so aber wirken Lokomotion und Schwebfortsätze der Körper verändernd ein und lassen das Resultat nicht im voraus feststellen. Bei sehr dicht bevölkertem Wasser, wie es durch den Eimerinhalt der Netze oder den Filterinhalt repräsentiert wird, erschweren diese Faktoren die Centrifugierung außerordentlich und führen dazu, daß man nur schrittweise zum Ziele kommt, indem man von Zeit zu Zeit das über dem Sediment stehende Wasser abgießt und von neuem centrifugiert. Es entstehen nämlich dann vom Sediment in der Axe des Glases aufsteigende Wirbel, die eine völlige Sedimentierung verhindern und erst bei Abnahme der Menge der suspendierten Körper verschwinden. Bei geschöpftem Wasser habe ich indessen in der Ostsee nie mit diesen Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt; es fand da stets eine gute Sedimentierung statt, indem Detritus und Planktonorganismen eine dicht zusammengepackte Schicht am Grunde des Glases bildeten.

Um die Kraft und Zeit zu bestimmen, die die Sedimentierung des Planktons in den Ostseefängen erforderte, centrifugierte ich einige Schöpfproben absatzweise, indem ich nach einer bestimmten Zahl von Kurbdrehungen das Wasser abgoß und das Sediment unter dem Mikroskop durchzählte. Zwei derartige Experimente ergaben das nachstehende Resultat (Tabelle X).

Aus beiden Versuchen geht hervor, daß die Gewebstiere, Tintinnen und Peridineen schon in sehr kurzer Zeit (3500 Umdrehungen des Glases, in $2\frac{1}{2}$ Minuten) vollständig sedimentiert werden, dagegen die Diatomeen und nackten Flagellaten (pflanzliche und tierische) am längsten widerstehen. Nach 9000 Umdrehungen (in $6\frac{1}{2}$ —8 Minuten) ist aber die Sedimentation so vorgeschritten, daß nur noch ein kleiner Bruchteil der am schwersten sedimentierbaren Formen, wie Sceletonema, Chaetoceras, Monadinen, zurückgeblieben ist, der für die Verwendung der Resultate jedenfalls bedeutungslos ist. Im zweiten Experiment (1350 Umdrehungen in 1 Minute)

Tabelle X.

Dauer der Centrifugierung in Minuten Gesamtzahl d. Umdrehungen d. Kurbel " " " " Gläser	Wirkung der Centrifuge auf das in Schöpfproben enthaltene lebende Plankton														Summe aller Individuen		
	bei 1125 Glasumdrehungen in 1 Minute							bei 1350 Glasumdrehungen in 1 Minute									
	1	2	4	6	8	10	Summe aller Individuen	0,8	1,7	2,5	3,3	4,2	5,0	5,8		6,6	Summe aller Individ.
	25	50	100	150	200	250		25	50	75	100	125	150	175		200	
1125	2250	4500	6750	9000	11250		1125	2250	3375	4500	5625	6750	7875	9000			
1. <i>Cyphonautes</i>	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2. <i>Oithona similis</i> Cls.	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3. <i>Nauplius von Copepoden</i>	1	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	—	3	
4. Eier von Copepoden	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5. <i>Tintinnus subulatus</i> Ehb.	4	1	—	—	—	—	5	4	—	1	—	—	—	—	—	5	
6. <i>Tintinnopsis ventricosa</i> Cl. et L.	2	—	—	—	—	—	2	6	—	—	—	—	—	—	—	6	
7. " <i>baltica</i> Brdt.	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	
8. <i>Cyttarocyclus helix</i> Cl. et L.	2	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
9. <i>Halteria rubra</i> n. sp.	viele	viele	2	2	—	—	viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10. <i>Oxyrrhis phaeocysticola</i> Scherff.	viele	viele	3	2	5	—	viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11. Nackte Monadinen	sehr viele	sehr viele	viele	c. 2000	c. 1000	c. 100	sehr viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12. <i>Amoeba</i>	viele	viele	1	—	—	—	viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. Fr. Müll.	38	—	—	—	—	—	38	19	6	1	—	—	1	—	—	27	
14. " <i>fuscus</i> Duj.	43	—	—	—	—	—	43	8	2	2	—	—	2	—	—	14	
15. <i>Peridinium divergens</i> Ehb.	4	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16. " <i>depressum</i> Bail.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2	
17. " sp.	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	
18. <i>Dinophysis acuta</i> Ehb.	11	—	—	—	—	—	11	3	—	—	—	—	—	—	—	3	
19. " <i>rotundata</i> Cl. et L.	3	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	3	
20. <i>Prorocentrum micans</i> Stein	30	—	—	—	—	—	30	42	13	2	—	—	—	—	—	57	
21. Gymnodinien, kleine F.	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	
22. <i>Peridineen-Cyste</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	
23. <i>Thalassiosira baltica</i> Grun.	1	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	2	
24. <i>Coscinodiscus</i> , mittelgroße F.	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1	
25. <i>Guinardia flaccida</i> Castr.	22	—	—	—	—	—	22	3	7	3	—	—	—	—	—	13	
26. <i>Rhizosolenia alata</i> Brgh.	einige	einige	—	—	—	—	einige	3	—	—	—	—	—	—	—	3	
27. " <i>semispina</i> Hens.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2	
28. <i>Skeletonema costatum</i> Grev.	c. 20 000	c. 10 000	c. 3400	c. 1000	70	5	c. 34 500	570	383	257	155	121	28	—	12	1526	
29. <i>Chaetoceras</i> , freie Kettenzellen	c. 1000	c. 350	c. 800	c. 350	9	7	c. 2500	224	559	319	154	11	98	64	25	1454	
30. " <i>radians</i> Schütt, Gallertkolonien	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—	4	
31. <i>Thalassiothrix nitschioides</i> Grun.	einige	einige	—	—	—	—	einige	60	12	—	—	—	—	—	—	72	
32. <i>Distephanus speculum</i> Ehb.	—	—	—	—	—	—	—	38	7	3	—	—	—	—	—	48	
33. <i>Rhodomonas pelagica</i> n. sp.	viele	viele	11	3	1	—	viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
34. <i>Carteria</i> sp.	viele	viele	1	—	—	—	viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
35. <i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohm.	viele	viele	8	—	—	—	viele	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

fanden sich zum Beispiel bei der 1. Umdrehungsperiode (1125 Umdrehungen) im Sediment 224 *Chaetoceras* und 570 *Skeletonemen*, nach der 8. Periode (9000 Umdrehungen) dagegen nur noch 25 *Chaetoceras* und 12 *Skeletonema*, im ersten Versuch, bei dem langsamer centrifugiert wurde (1125 Umdrehungen in 1 Minute) enthielt der Bodensatz nach 1125 Umdrehungen 1000 *Chaetoceras* und 20000 *Skeletonemen*, nach 9000 Umdrehungen dagegen nur noch 70 *Chaetoceras* und 9 *Skeletonemen*. Allerdings waren noch etwa 1000 der kleinsten Monadinen im Wasser enthalten, die in den Anfangsproben so häufig waren, daß sie nicht gezählt werden.

konnten. Im allgemeinen können also 9000 Umdrehungen bei einer Geschwindigkeit von 1100—1500 Umdrehungen pro Minute als ausreichend für die Sedimentation des lebenden Planktons aus den Wasserproben gelten. Diese Kraft ist daher für die sämtlichen Centrifugenfänge in Anwendung gebracht.

Noch genauer als durch diese Versuche war die Wirkung der Centrifugierung festzustellen, wenn, wie bei der Prüfung der Filtration durch Papierfilter, eine Wassermasse, deren Planktongehalt vorher quantitativ festgestellt war, in der angegebenen Weise centrifugiert und das Sediment nach Abguß des überstehenden Wassers wieder auf die ursprüngliche Wassermasse aufgefüllt wurde. Ein Vergleich zwischen dem durch die Auszählung des Inhaltes einzelner Tropfen festgestellten Planktongehaltes des Sedimentes und der ursprünglichen Flüssigkeit mußte dann den etwa eingetretenen Verlust durch Nichtsedimentierung erkennen lassen. Eine direkte Untersuchung des ganzen Sedimentes war in diesen Versuchen nicht möglich, da es zu umfangreich war und so umfangreich genommen werden mußte, um die Analyse einzelner Tropfen möglich zu machen. Diese Versuche ergaben nun, daß *Skeletonema* und *Rhizosolenia* gut, *Chaetoceras* weniger gut sedimentiert wurde. An drei verschiedenen Tagen fand ich

		1.	2.	3a.	3b.
1. <i>Skeletonema</i>	Stammflüssigkeit	1775	2472	486	122 525
	Sediment	1280	2162	354	121 700
	Verlust	1,4	1,1	1,4	1,1
2. <i>Chaetoceras</i>	Stammflüssigkeit	147	135	61	2 730
	Sediment	22	41	49	2 667
	Verlust	6,7	3,3	1,3	1,0
3. <i>Rhizosolenia setigera</i>	Stammflüssigkeit	17	10,5	1,0	1 040
	Sediment	17	9,0	1,0	1 037
	Verlust	1,0	1,1	1,0	1,0

In einem der Versuche trat auch *Halteria* auf; der Verlust betrug 1,0. Das Verhalten von *Eutreptia* konnte ich durch Centrifugieren von Wasser aus dem Kleinen Kiel prüfen, in dem dieser Flagellat zeitweilig sehr häufig war. Vor der Centrifugierung enthielt ein Tropfen des Wassers 1008 *Eutreptien*, nach der Centrifugierung enthielt das abgegossene Wasser nur noch 9 *Eutreptien*. Bei demselben Versuche zeigte sich, was vorauszusehen war, daß *Anabaena spiralis* nur sehr unvollkommen zu centrifugieren war, da diese *Oscillarie* unmittelbar an der Oberfläche des Wassers zu treiben pflegt und offenbar Gasvacuolen in ihrem Plasma führt; es wurden von ihr nur 5% sedimentiert.

Eine dritte Prüfung der Centrifugenfänge, die für die Bewertung schließlich am wichtigsten ist, weil sie auch die Wirkung der Interpolation bei der Berechnung des Durchschnittswertes aus je 4 Fängen eines Fangtages in sich schließt, gestattet ein Vergleich der Kurven, welche die Filterfänge und die Centrifugenfänge ergeben, miteinander. Auf Tafel X sind für eine Reihe von Organismenformen derartige Vergleichskurven gezeichnet, daneben stehen Vergleichskurven zwischen Filter- und Netzfangergebnissen. Die Kurven sind Kugelkurven, von denen aber der

Raumersparnis wegen nur die über der Äquatorebene gelegene Hälfte gegeben ist. Bei *Chaetoceras* und *Skeletonema* stimmen Filter- und Centrifugenkurve in Höhe wie in Verlauf überraschend gut überein; dasselbe gilt von *Ceratium tripos* und *Prorocentrum*; die Kurven für die Copepoden halten sich in gleicher Höhe, aber der Verlauf stimmt nur im allgemeinen, nicht im einzelnen überein; offenbar ist die Individuenzahl, auf der die Centrifugenkurve für diese Tiere beruht, doch etwas zu klein. Wirklich bedeutsame Differenzen kommen nur bei *Dictyocha* und *Peridinium pellucidum* vor, indem die Centrifuge bei beiden Organismen an je 2 Tagen nichts oder doch nur sehr wenig nachgewiesen hat, wo die Filterfänge beträchtliche Mengen zeigten; bei *Dictyocha* ist außerdem an 3 anderen Tagen der Fall eingetreten, daß die Centrifugenfänge erheblich mehr Individuen ergaben, als die Filterfänge enthielten. Solche Vorkommen erklären sich leicht aus der Interpolation von Werten für die zwischen den 4 Schöpftiefen gelegenen Wasserschichten; durch wechselnde vertikale Verbreitung kann dadurch das eine Mal zuviel, das andere Mal erheblich zuwenig berechnet werden. Man muß daher bei den Centrifugenfängen immer mit derartigen Vorkommnissen rechnen; daß sie aber trotzdem im allgemeinen sehr gute Resultate geben, zeigen diese Kurven zweifellos. Die Ergebnisse sind weit besser als die der Netzfänge, bei denen der Fangverlust bedeutende Höhen- und Verlaufsdifferenzen gegenüber den Filterfangkurven hervorruft.

Zum Schluß bliebe noch die Frage zu erörtern, ob denn die Centrifugenfänge nun tatsächlich die Analyse des Planktons zu Ende führen, oder ob auch ihnen noch ein letzter Rest von Organismen entgeht. Daß nicht alles, was im Wasser vorhanden ist, dadurch sedimentiert wird, geht aus dem eben Gesagten bereits hervor. Es dürfte im allgemeinen bei jeder Art ein kleiner Sedimentierverlust zu rechnen sein, der aber meistens ohne Bedeutung ist und daher am besten unberücksichtigt bleibt. Nur bei Formen, die durch Öle, Fette oder Gasvacuolen leichter als Wasser oder ebenso leicht gemacht werden, ist der Verlust erheblich; diese Organismen werden aber, soviel wir wissen, durch das Filter gefangen (Oscillarien). Im übrigen werden, was ja von anderen Untersuchungen her längst bekannt ist, selbst Bakterien mittelst der Centrifuge sedimentiert; da ihre quantitative Analyse im Präparat aber ohne besondere Färbungsmethoden nicht möglich ist, und dies eine für die vorliegende Untersuchung unüberwindbare Mehrarbeit erfordert hätte, sind dieselben bis auf eine Form, die in kugeligen, ziemlich großen Gallertkolonien nicht selten im Meerwasser vorkommt und bequem gezählt werden konnte, nicht berücksichtigt. Immerhin würde eine Untersuchung des Bakterienvorkommens auf diesem Wege um so notwendiger sein, als die übliche Methode der Bakterienkulturen ja nur diejenigen Formen nachweisen läßt, die auf den betreffenden Nährböden zur Entwicklung gelangen können. Es würde das aber eine sehr zeitraubende und schwierige Arbeit sein, die nicht nebenher sich erledigen läßt. Ebenso ist natürlich nicht auszuschließen, daß noch andere, entweder nur seltene und daher in den kleinen Stichproben nicht enthaltene Formen oder sehr zarte, blasse, ohne Färbung nicht nachweisbare Organismen auch bei dieser Methode der Centrifugierung noch verloren gehen können. Daß der dadurch entstehende Verlust aber von nennenswerter Bedeutung ist, erscheint sehr unwahrscheinlich. Doch wird selbstverständlich dieser Ausfall näher untersucht werden müssen.

4. Zusammenfassung des Fangverlustes und Besprechung einer neuen Kurvenform zur Darstellung des Auftretens der Arten in einem einheitlichen Maßstabe.

Damit wäre die Prüfung der verschiedenen Fangmethoden, durch welche die Individuenzahl der im Meere vorkommenden Planktonorganismen festgestellt werden kann, beendet. Es hat sich ergeben, daß das Abpumpen einer vertikalen Wassersäule und die nachträgliche Filtration des so geschöpften Wassers durch Filter aus gehärtetem Papier bei weitem die zuverlässigste Methode ist. Wo sie, wie im flachen Wasser, anwendbar ist, muß sie als Ausgangspunkt dienen und Netzfänge sowie Centrifugenfänge nur als Ergänzungen zu ihr angesehen werden. Alle drei Methoden zusammen angewandt, ergeben eine sehr vollkommene Analyse des Vollplanktons. Von wichtigeren Organismen dürften gar keine solchen Untersuchungen entgehen, wenn durch die Einführung besonderer Färbemethoden auch die Bakterien noch durch die Centrifugierung unmittelbar der quantitativen Analyse zugänglich gemacht sind.

Daß die auf so verschiedenem Wege erhaltenen Fangresultate miteinander vergleichbar sind, zeigen die Kurven für solche Organismen, die von je zwei dieser Methoden gleich oder fast gleich vollkommen gefangen werden, so diejenigen für *Ceratium tripos*, *fusus* und Copepoden (Erwachsene und Nauplien) aus Netz- und Filterfängen, für *Skeletonema*, *Chaetoceras*, *Prorocentrum* etc. aus Centrifugen- und Filterfängen. Das zuweilen bei verschiedenen Fangmethoden sehr verschiedenartige Auftreten von seltenen Formen oder solchen Organismen, die wie Cladoceren und Oikopleuren augenscheinlich dann und wann in wolkenähnlichen Ansammlungen auftreten, kann natürlich nichts gegen die Vergleichbarkeit der Resultate dieser verschiedenen Methoden beweisen, da genau ebensolche Differenzen auch auftreten, wenn hintereinander am gleichen Ort mit ein und demselben Netze verschiedene Fänge ausgeführt werden.

Der Nachweis dieser hohen Vergleichbarkeit der Fangergebnisse der verschiedensten Methoden ist neben dem Nachweis, daß schon Wasserproben von 15 ccm zur quantitativen Analyse des Planktons in weitem Umfange ausreichen, eines der interessantesten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen.

Bei der Verarbeitung der Fangergebnisse stellte sich die Schwierigkeit heraus, daß die Dichtigkeit der Bevölkerung des Wassers durch die einzelnen Arten sich nach den bisher bekannt gewordenen Methoden nicht in einem einheitlichen Maßstabe darstellen ließ, weil die Extreme der Bevölkerungsdichte zu weit auseinander lagen. Die größte Dichte betrug 800 Millionen Individuen in 100 Liter Wasser, die kleinste Dichte betrug naturgemäß 1 Individuum. Bei Kurven, deren Ordinaten die Dichte in einfach linearer Anordnung der Werte wiedergaben, wie das der gewöhnliche Brauch ist, mußten daher für verschiedene Arten ganz ungleiche Maßstäbe benutzt werden, bei Copepoden hätte z. B. ein Maßstab, in dem 1 mm = 100 Individuen war, ausgereicht, bei Sagitten hätte derselbe aber viel kleiner sein müssen (1 mm = 1 mm), bei *Skeletonema* dagegen wieder sehr viel größer (1 mm = 10 Millionen) usw. Dadurch wären die Kurven verschiedener Arten aber untereinander unvergleichbar geworden, weil mit dem Maßstabe nicht nur die Höhe, sondern in erheblichem Grade auch die Form der Kurve sich ändert. Es mußten also andere

als lineare Ordinaten gewählt werden, und da es sich hier um die Wiedergabe von Bevölkerungsdichtegraden handelte, also um die Verteilung von Individuen im Raum, so lag es nahe, kubische Ordinaten zu nehmen. Hier entstand nun aber die Schwierigkeit, daß bei der Auszeichnung der die Dichte repräsentierenden Körper die einmal auf der Abszisse unveränderlich gegebenen Tagesabstände nicht beizubehalten waren und ohne Auszeichnung der Körper die Kurven meist völlig unverständlich wurden, jedenfalls alle Übersichtlichkeit verloren. Deshalb konnte ich die sonst schon verwandte Form der Würfelkurven nicht gebrauchen, auch Kegel, Cylinder usw. erwiesen sich ebenso untauglich. Dagegen entsprach die Kugel nach mehrfachen Versuchen den Anforderungen der neuen Kurven in jeder Hinsicht. Zunächst hat die Kugel vor allen übrigen Körpern bei kleinster Ausdehnung in linearer Richtung (durch den Durchmesser gegeben) den größten Inhalt; es umschloß also, wenn ich jedes Individuum der darzustellenden Art als mathematischen Punkt betrachtete und alle Individuen einer Volksdichte in gleichen Abständen innerhalb einer Kugel verteilt dachte, die Kugel eine viel größere Zahl von Individuen, als bei annähernd gleicher linearer Ausdehnung irgend ein anderer Körper vermocht hätte. Das kommt natürlich in der Formel zur Berechnung des Radius der Kugel zum Ausdruck, die lautet: $r = \sqrt[3]{\frac{v}{4,19}}$, wo v das Volumen der Kugel, in unserem Falle also die Volksstärke der betreffenden Art darstellt, während die $\frac{1}{2}$ Würfelkante: $\frac{1}{2} k = \frac{1}{2} (\sqrt[3]{v})$ ist. Die lineare Ausdehnung der Kurven wurde also bei der Anwendung von Kugeln zum Ausdruck der Dichtigkeit sehr viel kleiner als bei der Verwendung irgend eines anderen Körpers. Die Kugel bot aber noch einen zweiten Vorteil, der erheblich wichtiger war. Aus einer Würfelkante einen Würfel in Gedanken sich zu rekonstruieren ist schon im einzelnen Falle nicht so leicht, ganz unmöglich aber, wenn eine ganze Reihe dicht nebeneinander stehender Kanten von wechselnder Größe gegeben sind. Kegel und Zylinder sind überhaupt nicht durch eine einzige Linie bestimmbar; eine Kugel aber kann sich jeder mit der größten Leichtigkeit aus dem gegebenen Durchmesser im Geiste rekonstruieren. Es war somit, wenn die Kugel als Kurvenelement genommen wurde, garnicht nötig, die Kugel selbst zu zeichnen, sondern es genügte völlig, ohne der Klarheit der Darstellung Eintrag zu tun, wenn die Durchmesser gegeben waren und als Ordinaten eingezeichnet wurden. Ja hier ergab sich noch ein weiterer Vorteil; die Abszissenlinie konnte als Äquatorebene sämtlicher

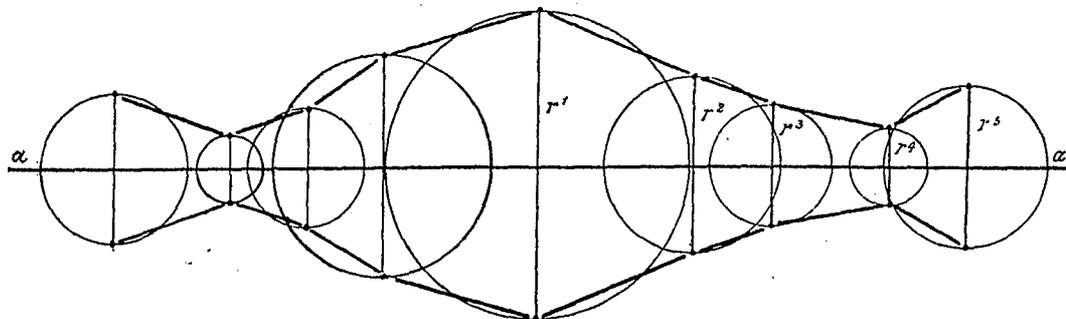


Fig. 6. Schema zur Erläuterung der Kugelkurven.

a—Äquatorebene, r^1 — r^5 Radius der verschiedenen Kugeln, die die Individuenzahl der betreffenden Art an den verschiedenen Fangtagen zum Ausdruck bringen.

Kugeln genommen werden; der Schnittpunkt der Ordinate und Abszisse gab dann den Mittelpunkt jeder einzelnen Kugel an und die Kurve war gleicherweise verständlich, ob man nun nur den oberhalb der Äquatorebene (Abszissenlinie) liegenden Teil zeichnete oder beide Hälften ausführte. Die Ordinaten oberhalb der Abszissenlinie waren also gleich dem Radius der betreffenden Kugel. Ich habe diese Kurven daher als Kugelkurven bezeichnet.

Die Rechnung ist etwas umständlicher als bei der Würfelkurve, da die Volksstärke, bevor die 3. Wurzel ausgezogen wird, erst durch 4,19 zu dividieren ist. Es ist aber leicht nachzurechnen, daß man statt 4,19 ruhig 4,0 nehmen kann, da selbst bei einer Volksstärke von 800 Millionen hierbei nur ein Fehler von 1,5 % entsteht. Diese Division ist also leicht ausgeführt und die Kubikwurzel kann in den größeren Rechentafeln (z. B. Crell's Rechentafeln) einfach nachgeschlagen werden.

Umgekehrt findet man die Volksstärke aus der Höhe der Ordinaten, wenn man diese mit 4 multipliziert und das Produkt zur 3. Potenz erhebt. Um diese Rechnung zu ersparen, habe ich am Schluß der Arbeit in einer Tabelle die Volkszahlen für die verschiedenen Radiuslängen direkt angegeben.

Ein Nachteil der Kugelkurven, der aber in Wirklichkeit keinen Fehler bedeutet, da die Dichtigkeit hier in der Tat weniger schwankt, liegt darin, daß für die kleinen Werte die Radiuslängen wenig Differenzen zeigen und daher die Kurven der weniger häufigen Arten, wie für 100 Liter Wasser schon die der Copepoden sehr einförmig und gleichmäßig werden. Man würde hier aber, wenn es darauf ankommen sollte, leicht über die Normalkurve in anderer Farbe oder Schraffierung eine zweite Kurve in größerem Maßstabe zeichnen können, die die Abweichungen klar zum Ausdruck bringt.

Um das Verständnis der Kugelkurven zu erleichtern, gebe ich umstehend ein Schema, in welchem die Kugeln als Kreise eingezeichnet sind (Fig. 6).

II. Die Feststellung des Planktonvolumens.

Die Feststellung der wahren Bevölkerungsdichte des Wassers gibt bei der außerordentlichen Verschiedenheit der einzelnen Organismenformen an Größe, Gestalt und chemischer Zusammensetzung noch keinen unmittelbaren Aufschluß über die Masse und den Nahrungs- oder Produktionswert dieser Bevölkerung, sie bildet aber die unumgänglich notwendige Vorarbeit, die getan sein muß, ehe mit Erfolg an die Feststellung des vollständigen Volumens des Planktons gegangen werden kann.

Um einen ersten Anhalt über die Masse des im Meere enthaltenen Planktons zu gewinnen, pflegt man die Planktonfänge 24 Stunden in Meßzylindern sich absetzen zu lassen und dann das von ihnen in dem Wasser der Gefäße gebildete Volumen abzulesen. Dieses Volumen wird dann als Fangvolumen bezeichnet. Daß dieses „Setzvolumen“, wie ich der Kürze halber die so gewonnenen Werte nennen will, sehr ungenau ist und in überwiegender Weise von der Gestalt der Organismen abhängt, derart, daß die sperrigen Diatomeen dasselbe fast ganz beherrschen, hat bereits Hensen in seiner ersten Arbeit über das Plankton klar und deutlich

ausgesprochen. Infolge der außerordentlichen Bequemlichkeit hat sich jedoch diese Methode völlig eingebürgert und ihr Wert ist sehr überschätzt, indem man sie trotz aller Mängel doch für brauchbar hielt, die Maxima und Minima der Planktonproduktion zum Ausdruck zu bringen, während sie in Wirklichkeit kaum etwas anderes als die Maxima und Minima von *Chaetoceras* angibt.

Schon Hensen hat, da er diese großen Mängel des Setzvolumens erkannte, andere Volumenbestimmungen versucht, indem er die Fangmasse preßte oder trocknete und dann wog. Aber die Unmöglichkeit, das anhaftende Wasser, oder wenn durch Trocknen dies gelungen war, das Meersalz aus der Fangmasse zu entfernen, ließen auch diese Methoden unbrauchbar erscheinen. Brandt hat dann, nachdem schon Hensen mit chemischen Untersuchungen vorgegangen war, durch Zählung der Individuen und Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der dominierenden Planktonformen (*Chaetoceras*, *Ceratium*, Copepoden) eine genauere Volumenbestimmung zu erreichen gesucht, die zugleich den physiologischen Wert des Volumens zum Ausdruck bringen würde. Diese Methode ist zweifellos die aussichtsvollste und wird voraussichtlich mit der Zeit uns auch ans Ziel führen. Sie setzt sich im wesentlichen aus zwei Untersuchungen zusammen: 1. die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und durchschnittlichen Masse der wichtigsten Planktonorganismen (Diatomeen, Peridineen, Copepoden) und 2. die Bestimmung der Individuenzahl, in der jede dieser dominierenden Formen zur Untersuchungszeit das Meer bevölkert. Der erste Teil ist unabhängig von der Methode des Planktonfanges, es kommt nur darauf an, möglichst reines Material der betreffenden Formen für die chemische Analyse zu erhalten. Was in dieser Beziehung also geleistet ist, hat dauernden Wert; bei der Anwendung dieser Resultate aber zur Deutung der Zusammensetzung des im Meere vorhandenen Planktons spielt die Methode, durch welche das Plankton gefangen wurde, die ausschlaggebende Rolle; Netzplankton aber ist, da es eine wesentlich andere Zusammensetzung besitzt als das im Meere wirklich vorhanden gewesene Plankton, für solche Untersuchungen nicht verwendbar. Es handelt sich nicht darum, daß $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ des Vollplanktons beim Netzplankton fehlt, sondern darum, daß dieser Verlust die einzelnen Arten des Planktons in der aller verschiedensten Weise trifft und daher der im Wasser verbleibende Teil eine andere artliche und physiologische Zusammensetzung hat als der im Netz gefangene Teil. Alle Darstellungen aber, die Brandt über Setzvolumen, Trockengewicht und Zusammensetzung der Fänge nach Organismen und chemischen Bestandteilen gegeben hat, beziehen sich naturgemäß nur auf das Netzplankton. Sie bedürfen also sämtlich einer sehr erheblichen Korrektur.

Durch die vorliegenden Untersuchungen war nun zum erstenmal eine so vollständige Analyse des Planktons für den Verlauf einer ganzen Jahresperiode durchgeführt, daß es möglich war, auf Grund derselben die Massenbestimmung und die artliche Zusammensetzung des Vollplanktons zu untersuchen. Da bei der Anwendung dichter Filter sowohl wie der Centrifuge außer dem Plankton stets auch der im Wasser suspendierte Detritus mitgefangen wird und dieser selbst auf der hohen See des atlantischen Ozeans nicht fehlt, im Mittelmeer aber bei der mächtigen Staubeentwicklung des Landes und in der Ostsee bei der Küstennähe und Flachheit

der See von sehr großem Einfluß ist, so wird eine Bestimmung der Masse durch Bestimmung des Trockengewichtes unmöglich. Dazu kam, daß das Vollplankton erst durch die Kombination von Netz-, Filter- und Centrifugenfängen sich ergab und also direkt überhaupt nicht meßbar war. Immerhin würden die Schlauchfänge, wenn sie vom Detritus hätten befreit werden können, sicherlich ein recht gutes, nur geringer Korrekturen bedürftiges Bild der Massentwicklung des Planktons gegeben haben. Es blieb daher nichts anderes übrig, als aus den Individuenzahlen für die einzelnen Formen die Masse dieser und daraus dann die Masse jedes einzelnen Fanges zu berechnen. Damit ergab sich zugleich ein Bild von der Massenbedeutung der einzelnen Formen in der Zusammensetzung der Fänge, und es wurde so möglich, zunächst einmal festzustellen, welche Arten denn wirklich ihrer Masse nach dominierende Arten waren. Neben der Massenkurve des Vollplanktons erhielt ich also zugleich die Massenkurven für die einzelnen Arten und Artengruppen, vor allem auch für die Summe der Nahrungsproduzenten und Nahrungskonsumenten. Durch Anwendung der Ergebnisse der chemischen Untersuchung einzelner Planktonformen ist es dann möglich, auf Grund dieser Ergebnisse auch Schlüsse auf den physiologischen Wert der Massen zu ziehen; die Feststellung der Volksdichte gestattet endlich Schlüsse auf die biologische Bedeutung der einzelnen Formen. Doch sollen diese Auswertungen der Volumbestimmungen auf den 2. Teil der Arbeit aufgespart bleiben, da sie nur in engstem Zusammenhange mit der gesamten Entwicklung und Zusammensetzung des Planktons bei Laboe vorgenommen werden können. Hier möchte ich nur auf die Volumbestimmung als solche und die Kritik der bisherigen Volumbestimmungen mich beschränken.

Schon in Syrakus hatte ich versucht das Volumen der verschiedenen Fänge (Netz-, Filter-, Taffet-, Gehäusefang) und das Volumen der größeren Organismengruppen dadurch zu bestimmen, daß ich rechnerisch die Größe der einzelnen Arten feststellte. Es ergab sich, daß das Netz nur $\frac{1}{5}$ der Pflanzenmasse, dagegen $\frac{1}{2}$ der Tiermasse, die mir damals im Wasser nachweisbar gewesen war, erbeutet hatte; die Papierfilterfänge brachten dagegen bereits mehr als $\frac{3}{4}$ aller Pflanzenmasse und so gut wie alle Tiermasse aus dem Wasser heraus. Unter den Pflanzen dominierten ihrer Masse nach vollständig die Diatomeen (10 cmm von 17 cmm), unter den Tieren noch ausschließlicher die Metazoen (35 cmm von 36 cmm). Auffällig war, daß die Konsumenten um das Doppelte die Masse der Produzenten übertraf (loc. cit. pag. 71—74).

Dieser ersten, vollständig durchgeführten Volumbestimmung des Vollplanktons hafteten naturgemäß noch manche Fehler an. Zunächst betraf sie nur einen Fangtag; um die Unvollständigkeit des Netzplanktons nachzuweisen, genügt das vollständig, aber um Schlüsse auf die Bedeutung der einzelnen Planktonformen zu ziehen, war das nicht ausreichend. Es war notwendig, eine solche Volumbestimmung für eine ganze Jahresperiode durchzuführen. Es war aber ferner erforderlich, daß genauer unterschieden wurde, was eigentlich in den Volumbestimmungen zum Ausdruck kommen sollte und worauf daher bei einer weiteren Ausbildung der Methode vor allem Wert zu legen sei. Vergleicht man unter den Pflanzen Peridineen und Diatomeen, unter den Tieren Copepoden und Rotatorien miteinander, so springt sofort in die Augen, daß ihre Massen gar nicht miteinander vergleichbar sind, sobald es sich nicht nur um die Masse allein, sondern um deren Bedeutung für das Leben im Meere handelt. Der Zelleib

der Peridineen ist im allgemeinen gedrungen, dicht von Plasma und allen möglichen Nährstoffen erfüllt, die Vacuolen nehmen in der Regel nur einen sehr kleinen Teil des ganzen Leibes ein; das Skelett besteht aus einer Cellulose-artigen Substanz, wenn man von einigen wenigen und seltenen Formen mit abweichendem Innenskelett absieht. Flügelartige Fortsätze oder borstenförmige Anhänge, die die Schwebfähigkeit zu erhöhen haben, spielen im allgemeinen keine große Rolle. Bei den Diatomeen hingegen wird der Zelleib zum weitaus größten Teile vom Zellsaft eingenommen, das Plasma nebst seinen Einschlüssen an Chromatophoren und Nährsubstanzen ist dagegen auf einen dünnen Wandbelag, einen den Kern umschließenden Mantel und den Zellsaft durchspannende Stränge reduziert. Das Skelett ferner wird aus Kiesel gebildet und gerade bei den häufigsten Planktonformen in der ausgiebigsten Weise mit Schwebapparaten ausgestattet: Chaetoceras, Rhizosolenien, Coscinodiscen sind die typischen Beispiele hierfür. Physiologisch sind also gleiche Massen von Peridineen und Diatomeen vollständig ungleichwertig; diese Ungleichwertigkeit beruht aber wesentlich in der Ausbildung des Safttraumes und des Skelettes bei den Diatomeen, zwei Eigenheiten, die auf das engste mit der Anpassung an das pelagische Leben zusammenhängen. Ähnliche Unterschiede liegen bei Copepoden und Rotatorien (Synchaeten) vor, die hier in der Ausbildung eines äußerst wasserhaltigen, glashellen, voluminösen Mesenchymgewebes bei den Synchaeten begründet sind. Es ist nun klar, daß alle solche das Volumen erheblich ändernden Anpassungen, die nur durch Wasseraufnahme oder Ablagerung von Mineralsubstanzen bedingt sind, als physiologisch wertlos bei einer Vergleichung der Volumina verschiedener Organismen ausgeschaltet werden müssen, wenn überhaupt brauchbare Werte erhalten werden sollen. Dasselbe ist der Fall bei den Schutzhüllen, die als Gehäuse von den Tintinnen gebildet werden; wollte man derartige Bildungen in eine Volumberechnung hineinziehen, so müßte man mit demselben Recht auch die Gehäuse der Appendicularien miteinrechnen. Natürlich kommen alle diese Bildungen nur in Frage, wenn sie im Verhältnisse zur übrigen Körpersubstanz des Organismus eine erhebliche Masse bilden. Alle bloß umhüllenden Skelette (Coccolithophoriden, Radiolarien, Silicoflagellaten, Tintinnen, Globigerinen), große Massen Gallertsubstanz (Oocystis, Dictyosphaera, koloniebildende Radiolarien usw.), wasserhaltige Hohlräume und Mesenchymgewebe (Halosphaera, Pyrocystis, Noctiluca, Synchaeta, Echinodermlarven etc.), Lamellen und Borsten aus Skelettsubstanz (Chaetoceras, Bacteriastrum, Gossleriella etc.) würden also bei der Volumbestimmung fortzulassen sein, **so daß nach Möglichkeit die Masse der lebenden Substanz und der dem Stoffwechsel dienenden Stoffe im Volumen zum Ausdruck gebracht wird, nicht aber die sekundäre Anpassung der Organismen an die spezielle Lebensweise des Planktons.**

Hierdurch wird nun die Bestimmung des Volumens in erheblicher Weise erleichtert. Viele Formen, deren Gestalt sich auf Kugel-, Kegel-, Cylinder-Formen oder eine Zusammensetzung solcher leicht berechenbarer Gestalten zurückführen lassen, können direkt ihrem Volumen nach berechnet werden. Da es auf genaue Werte, schon wegen der nicht unerheblichen individuellen Größenschwankungen, aber auch weil die Differenzen zwischen den kleinsten und größten Planktonformen so außerordentlich große sind, nicht ankommt, kann man auch Grenzwerte feststellen, zwischen denen die wirkliche Masse liegen muß, und so einen möglichst wahr-

scheinlichen Wert berechnen. Ausgezeichnete Dienste aber hat mir eine leicht ausführbare Methode geleistet, die in der Herstellung von Modellen der Organismen aus Plastilin besteht. Mittelst des Zeichenapparates stellt man sich zunächst genaue Umrißskizzen bei einer geeigneten Vergrößerung (etwa 300mal) nach dem Original her und bildet nun in dem leicht bildsamem und nicht trocknenden Plastilin nach der Skizze unter genauer Einhaltung der Größe den Organismus nach. Bei einiger Übung gelingt das selbst für kompliziertere Wesen wie Nauplien, Copepoden, Appendicularien, Schnecken usw. ohne erhebliche Schwierigkeiten; man sieht dann auch während des Modellierens ob z. B. Schwebborsten, Ruderbeine, Antennen von irgendwelcher Bedeutung für die Volumbestimmung sind oder nicht. Am bequemsten ist die Modelliermethode für die Peridineen und Tintinnenkörper. Diese Modelle werden dann in einfachster Weise zur Volumbestimmung benutzt, indem zunächst durch Wasserverdrängung das Volumen des Modelles und aus diesem durch Rechnung (Division durch den Kubus der Linearvergrößerung) die Masse des Originals gefunden wird. Wägung der Modelle habe ich auch versucht, sie gibt aber, da die Gleichmäßigkeit der Knetung des Materiales hierbei in Betracht kommt, keine durchaus zuverlässigen Werte. Hat man schließlich auf diese beiden Weisen: durch Rechnung oder Modellierung von den wichtigsten Formen das Volumen bestimmt, so kann man für viele andere Formen, die der Gestalt nach wenig von größeren oder kleineren, dem Volumen nach bekannten Formen abweichen, das Volumen durch Schätzung bestimmen. Hierbei ist allerdings immer große Vorsicht nötig, da man sehr leicht, vor allem bei der Betrachtung von Zeichnungen die Unterschiede nicht kubisch, sondern der Flächenansicht entsprechend quadratisch oder gar linear beurteilt.

Besondere Schwierigkeiten verursachen die Diatomeen mit großem Saft Raum, wie die großen Coscinodiscen und Rhizosolenien. Bei ihnen habe ich zunächst unter dem Mikroskop die Größe der Formen festgestellt, aus der Wandfläche den Wandbelag des Plasmas berechnet, der je nach der Größe der Zelle als 1 oder 2 μ dick angenommen wurde, den Kernmantel und die Verbindungsstränge als kugelige Masse abgeschätzt und berechnet und schließlich für den Zellsaft, der ja auch noch Nährmaterial enthalten wird, $\frac{1}{10}$ des übrigen Volumens angenommen. Aus der Summe dieser 3 Werte ergab sich dann das Gesamtvolumen, soweit es hier in Betracht kam.

Bei den Copepoden mußten ferner die verschiedenen Wachstumsstadien gesondert behandelt werden. Da bei der Zählung nur Nauplien und Copepoden, die das Copepoditstadium erreicht hatten, innerhalb der Arten unterschieden waren, so galt es brauchbare Mittelwerte zu erhalten. Ich bestimmte daher nach eigenen Zeichnungen, besonders aber nach der Arbeit von Oberg über die Metamorphose der Plankton-Copepoden der Kieler Bucht (Wissensch. Meeresunters., N. F., Abt. Kiel, Bd. 9, pag. 37 ff.) an der Hand von Modellen die Größe des 1. und 6. Naupliusstadiums und ebenso von den erwachsenen Formen die Masse des Copepodit- und Geschlechtsstadiums. Aus diesen Werten wurde dann für die Nauplien wie für die älteren Copepoden ein Durchschnittswert ermittelt. Die Bedeutung eines solchen Durchschnittswertes tritt vor allem bei den letzteren auf das deutlichste hervor, da die Verwendung der Maße der Geschlechtstiere auf die Individuenzahlen natürlich viel zu hohe Volumenwerte ergeben haben würde.

In den Tabellen, die das Vorkommen der Planktonorganismen bei Laboe 1905 angeben, ist bei jeder Art das so gefundene Volumen für 1 Individuum in $C\mu$ angegeben (Tabelle B).

Aus diesen Volumbestimmungen ergeben sich nun für die Methode folgende Schlüsse.

Die Volumbestimmung läßt sich auffassen als ein Versuch, die das Plankton bildenden Organismen ihrer lebenden Masse nach zu ordnen; diese Ordnung hätte in ganz roher Weise durch einfache Schätzung ausgeführt werden können, es hätte aber auch für jeden einzelnen Fangtag während der Zählung eine besondere Feststellung der Massenwerte für jede Form stattfinden können, da naturgemäß die Masse der einzelnen Formen nicht in jeder Zeit des Jahres dieselbe ist. Diese Arbeit wäre eine sehr zeitraubende gewesen; die Werte würden selbstverständlich sicherer geworden sein, aber diese Zunahme an Genauigkeit würde die Resultate wahrscheinlich in keiner Weise geändert haben. Es scheint mir sogar, daß man im allgemeinen in der Volumbestimmung nicht einmal so weit zu gehen braucht, wie es hier geschehen ist, und stark abgerundete Werte für die einzelnen Formen verwenden kann. Ich werde auf diesen Punkt am Schluß dieses Kapitels zurückkommen.

Tabelle XI.

Volumen von 1 Individuum verschiedener Planktonformen.

Volumen von 1 Individuum in $C\mu$	Diatomeen Peridineen Andere Pflanzen Protozoen Metazoen	Größenstufen
10 30	<i>Calycomonas gracilis</i> n. sp. <i>Thalassiosira nana</i> n. sp.	I. unter 100 $C\mu$
100 150 200 300 100—500 100—900 700 700 700 800	<i>Pontosphaera huxleyi</i> Lohm. <i>Skeletonema costatum</i> Grev. <i>Rhodomonas pelagica</i> n. sp. <i>Amphidinium rotundatum</i> n. sp. Monadinen, nackte Formen <i>Chaetoceras</i> Kleine Gymnodinien <i>Exuviaella baltica</i> n. sp. <i>Eutreptia</i> sp. <i>Thalassiothrix nitschioides</i> Grun.	II. 100—900 $C\mu$
1 000 1 400 2 000 4 000 5 500 6 000	<i>Tintinnus steenstrupi</i> Cl. et L. <i>Distephanus speculum</i> Ehrbg. <i>Melosira borreri</i> Grev. <i>Heterocapsa triquetra</i> Stein <i>Rhizosolenia setigera</i> Btw. <i>Tintinnopsis beroidea</i> Stein	III. 1000—9000 $C\mu$
10 000 17 000 20 000 24 000 25 500 26 000 26 500 37 000	<i>Prorocentrum micans</i> Stein <i>Coscinodiscen</i> , mittelgr. <i>Peridinium pellucidum</i> Bergh. <i>Tintinnus subulatus</i> Ehrbg. (lange F.) <i>Guinardia flaccida</i> Castr. <i>Dinophysis acuta</i> Ehrbg. <i>Rhizosolenia alata</i> Brtw. <i>Ceratium fusus</i> Duj.	IV. 10 000—90 000 $C\mu$
100 000 100 000 113 000 130 000 182 000 250 000 345 000 800 000 800 000	<i>Peridinium depressum</i> Bail. <i>Ceratium tripos baltic.</i> O. Fr. Müll., typ. Eiersacksei von <i>Oithona similis</i> Cls. <i>Tintinnopsis ventricosa</i> Cl. et L. Ei von <i>Centropages hamatus</i> Lillj. <i>Peridinium divergens</i> Ehrbg. (große F.) <i>Didinium nasutum</i> Müll. <i>Coscinodiscus concinnus</i> W. Sm. <i>Planula</i> von <i>Aurelia aurita</i> L.	V. 100 000—900 000 $C\mu$

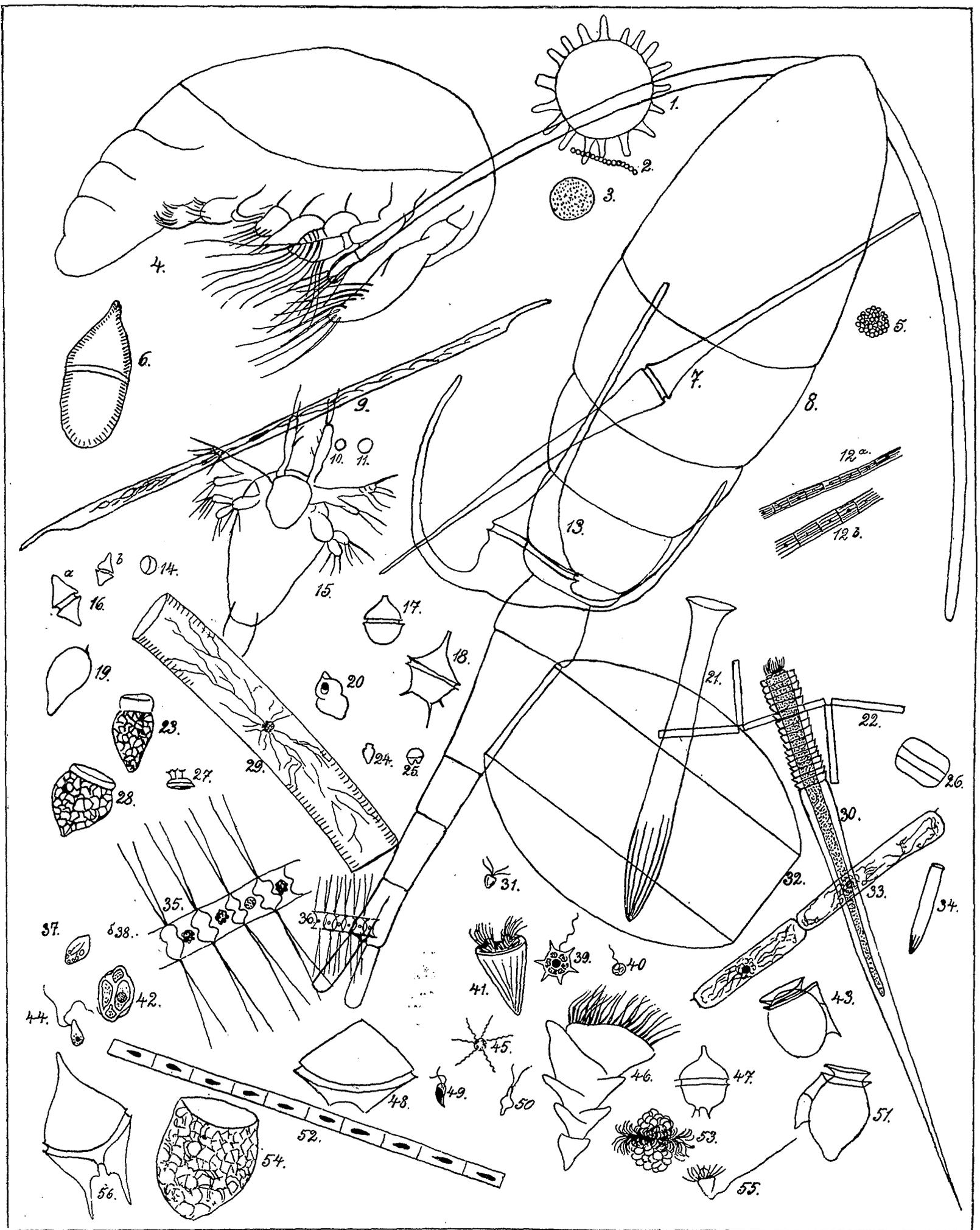
Tabelle XI. (Fortsetzung.)

Volumen von 1 Individuum verschiedener Planktonformen.

Volumen von 1 Individuum in μ	Diatomeen	Peridineen	Andere Pflanzen	Protozoen	Metazoen	Größenstufen
270 000—1 125 000					<i>Synchaeten</i>	
200 000—1 300 000					<i>Junge Muscheln</i>	
300 000—1 500 000					<i>Oithona similis</i> Cl., Nauplien	
250 000—3 500 000					<i>Centropages hamatus</i> Lillj., Nauplien	VI.
2—4 000 000					<i>Oithona similis</i> Cl., Erwachsene	
3 500 000					<i>Oikopleura dioica</i> Fol.	1 000 000 μ und darüber
11 000 000					<i>Junge Polydora und Spio</i>	
20 000 000					<i>Podon</i>	
4—46 000 000					<i>Centropages hamatus</i> Lillj., Erwachsene	

Die Stufenleiter in dem Volumen der Planktonorganismen der Ostsee (Tabelle XI) beginnt mit Formen, die weniger als 100 μ Masse besitzen. Nach B. Fischer (1894, Die Bakterien des Meeres in: Ergebnisse der Plankton-Expedition pag. 60) rechnet man als Volumen einer Bakterienzelle 1 μ ; dies würde also auch für Planktonorganismen die kleinste Masse sein, die beobachtet wurde. Ihr kommen am nächsten eine kleine Monadine, die in einem zierlichen gelben Gehäuse im Wasser umherschwimmt und deren Zelleib nur 10 μ mißt (*Calycomonas gracilis* n. sp.), sowie eine Thalassiosira-Art (*nana* n. sp.) von 30 μ Masse. Erheblich größer ist die kleinste Peridinee (*Amphidinium rotundatum* n. sp.) von 300 μ Volumen; von den übrigen Protophyten nimmt die Coccolithophoride (*Pontosphaera huxleyi*) die niedrigste Stufe mit 100 μ Masse ein. Die Mehrzahl der Protisten bewegt sich zwischen den Werten von 1000 und 200000 μ Volumen; am engsten ist die Größendifferenz bei den in der nachstehenden Tabelle als andere Pflanzen bezeichneten Gruppe, die alle Protophyten umfaßt, die nicht Diatomeen oder Peridineen sind und deren größte Form *Distephanus speculum* nur 1400 μ Masse besitzt. Die größte Peridinee im Laboer Plankton war *Peridinium divergens*, in der großen Varietät von 250000 μ Volumen; das größte Protozoon erreichte in *Didinium nasutum* Müll. 345000 μ . Das Maximalvolumen aller Protisten besitzt hier *Coscinodiscus concinnus* mit 800000 μ , also fast 1000000 μ = 0,001 cmm Masse.

Die Gewebstiere überschreiten im Ostseeplankton ausnahmslos das Volumen von 100000 μ und nähern sich bereits in den kleineren Formen 1000000 μ , ein Volumen, das von den größeren ganz erheblich überschritten wird und bei *Centropages* z. B. 46000000 erreicht. Wollte man geschlechtsreife Sagitten, junge Fische u. a. F. noch hinzunehmen, so würden natürlich noch erheblich höhere Werte sich ergeben. Für unsere Fänge von nicht ganz 200 Liter Filtrat kamen solche Formen aber nicht mehr in Betracht. Die voluminöseste Form waren kleine Sagitten von 3 mm Rumpflänge, deren Volumen auf 400000000 μ = 0,4 cmm berechnet wurde. Die kleinsten Formen, in der die Metazoen im Plankton auftreten, sind naturgemäß die Eier, die bei den Copepoden im Minimum (*Oithona*) nur wenig über 100000 μ messen.



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.9.
- 10.11.12.
- 12^b 13.
- 14.
- 15.16^a.
- 17.16^a.
- 18.
- 19.20.
- 22. 23.
- 24. 25.
- 26.
- 28.
- 30.
- 31.32.
- 33.
- 34.35.
- 36.
- 37.38.
- 39.40.
- 41.42.
- 44.
- 45.
- 46.47.
- 48.49.5
- 52.53.
- 54.
- 55.56.

Fig. 7. Auswahl einer Reihe von Plankton-Organismen von Laboe, sämtlich bei 300facher Vergrößerung gezeichnet, um das gegenseitige Größenverhältnis zu zeigen.

Eine Auswahl von Planktonformen der verschiedenen Größen aus den einzelnen Gruppen ist in der vorstehenden Figur 7 zusammengestellt. Alle Formen sind mit dem Zeichenapparat bei gleicher Vergrößerung unter dem Mikroskop gezeichnet.

Die Zahlen, die am rechten Rande noch einmal wiederholt sind, bezeichnen nachstehende Arten:

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Centropages hamatus</i> Lillj., Ei. | 29. <i>Guinardia flaccida</i> Castr. |
| 2. <i>Anabaena baltica</i> Schmidt, Zellfaden. | 30. <i>Tintinnus subulatus</i> , Ehrbg. (typ., lange F.) |
| 3. Bakterien, Gallertkolonie. | 31. <i>Carteria</i> sp. |
| 4. <i>Temora longicornis</i> O.F. Müller, Nauplius. | 32. <i>Coscinodiscus concinnus</i> W. Sm. |
| 5. <i>Botryococcus brauni</i> Kütz., Kolonie. | 33. <i>Rhizosolenia fragillima</i> Bergon. |
| 6. <i>Gymnodinium roseum</i> n. sp. | 34. <i>Tintinnus steenstrupi</i> Cl. et L. |
| 7. <i>Ceratium fusus</i> Duj. | 35. <i>Chaetoceras didymum</i> Ehrbg. |
| 8. <i>Oithona similis</i> Cl., Erwachsen. | 36. <i>Chaetoceras</i> , Kette von kleinen Zellen. |
| 9. <i>Rhizosolenia alata</i> Brtw. | 37. Monadine mit Rückenfurche. |
| 10. <i>Thalassiosira nana</i> n. sp. | 38. <i>Calycomonas gracilis</i> n. gen. n. sp. |
| 11. " <i>saturni</i> n. sp. | 39. <i>Distephanus speculum</i> Ehrbg. |
| 12a, b. <i>Skeletonema costatum</i> Grev., 2 Ketten. | 40. <i>Pontosphaera huxleyi</i> Lohm. |
| 13. <i>Ceratium tripos balticum</i> , forma typica. | 41. <i>Laboea conica</i> n. gen. n. sp. |
| 14. <i>Exuviaella baltica</i> n. sp. | 42. <i>Ebria tripartita</i> Schum. |
| 15. <i>Oithona similis</i> Cl., Nauplius. | 43. <i>Dinophysis rotundata</i> Cl. et L. |
| 16a, b. <i>Heterocapsa triquetra</i> Stein. | 44. <i>Oxyrrhis phaeocysticola</i> Scherff. |
| 17. <i>Glenodinium trochoideum</i> Stein. | 45. <i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohm |
| 18. " <i>bipes</i> O. Pauls. | 46. <i>Laboea strobila</i> n. gen. n. sp. |
| 19. <i>Prorocentrum micans</i> Stein. | 47. <i>Peridinium pellucidum</i> Bergh. |
| 20. <i>Pouchetia parva</i> n. sp. | 48. " <i>conicum</i> Gran. |
| 21. <i>Tintinnus acuminatus</i> Cl. et L. | 49. <i>Rhodomonas pelagica</i> n. sp. |
| 22. <i>Thalassiothrix nitschioides</i> Grun. | 50. <i>Eutreptia</i> sp. |
| 23. <i>Tintinnopsis beroidea</i> Stein. | 51. <i>Dinophysis acuta</i> Ehrbg. |
| 24. <i>Amphidinium rotundatum</i> n. sp. | 52. <i>Melosira borneri</i> Grev. |
| 25. Gymnodinien, kleine Formen. | 53. <i>Halteria rubra</i> n. sp. |
| 26. <i>Thalassiosira baltica</i> Grun. | 54. <i>Tintinnopsis baltica</i> Brdt. |
| 27. <i>Chaetoceras</i> , Ruhesporen. | 55. <i>Strombidium caudatum</i> From. (?) |
| 28. <i>Tintinnopsis nucula</i> Fol. | 56. <i>Peridinium depressum</i> Bail. |

Die Volumina für die einzelnen Organismengruppen und vor allem für die ganzen Fänge, die aus den Werten für die einzelnen Formen sich ergeben, lassen uns nun die Fehlerquellen der Netzfänge auf der einen Seite und des Setzvolumens auf der anderen Seite weit deutlicher erkennen, als das sonst möglich war.

Das durch Rechnung gefundene Volumen mag der Kürze halber das „Rechenvolumen“, das durch Absetzenlassen erhaltene das „Setzvolumen“ genannt werden. Wir würden ferner das „Netzplankton“ vom „Filter-“ und „Gesamtplankton“ zu unterscheiden haben, indem unter letzterem die Summe des gesamten, mit Netz, Filter und Centrifuge an einem Fangtage im Wasser nachweisbar gewesenen Planktons bezeichnet wird.

Vergleichen wir nun zunächst das Setzvolumen der Netz- und Filterfänge miteinander, so ergibt sich, wie sowohl die Kurve sämtlicher Fänge auf Tafel XII, wie die nebenstehende Jahreskurve für die Monatsmittel ergibt (Fig. 8), daß beide in ihrem Verlaufe völlig gleiche

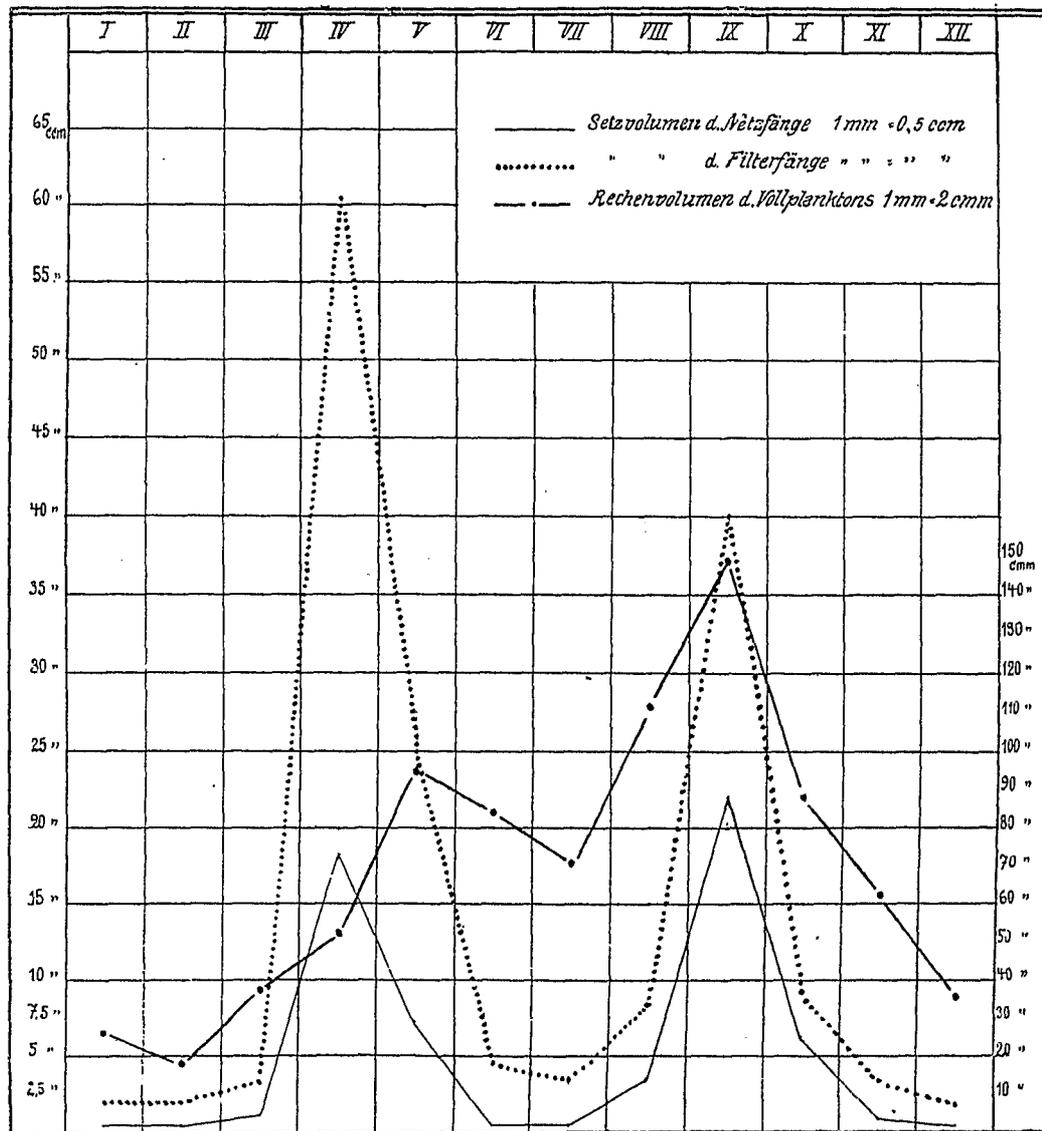


Fig. 8. Vergleich zwischen Setz- und Rechenvolumen der Planktonfänge.

Kurven bilden, die nur in ihrer Höhe erheblich voneinander abweichen, indem die Schlauchfänge, trotzdem das Material sich dichter absetzt, durchgehend höhere Volumina besitzen.

Werte für Figur 8	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Setzvolumen, Netzfänge . ccm	0,4	0,5	1,2	18,2	7,2	0,4	0,4	3,5	22,0	6,3	0,9	0,5
2. „ „ , Filterfänge . ccm	2,1	1,9	3,3	60,6	25,4	4,9	3,6	8,3	40,0	9,2	3,4	2,1
3. Rechenvolumen, Gesamtplankton cmm	26,2	17,9	26,7	52,6	95,9	84,0	71,4	110,8	148,7	88,2	63,3	36,1
4. Faktor $\frac{1}{3}$	15	28	44	343	75	5	5	31	147	72	14	14
5. „ $\frac{2}{3}$	81	106	122	1143	264	58	51	75	268	104	54	58
6. „ $\frac{2}{1}$	5	4	3	3	4	12	9	2	2	1	4	4

Dies Verhältnis kann sich allerdings zur Zeit der stärksten Diatomeenwucherung im Frühjahr vollständig umkehren, so daß die Filterfänge ein sehr viel kleineres Setzvolumen besitzen als die Netzfänge; so fand ich im April und Mai 1905 folgende Werte:

	12. IV.	10. V.	17. V.
1. Setzvolumen Netz . . .	165,0	80,5	31,5 ccm
2. „ . Filter . . .	132,5	22,6	27,9 „
3. Faktor $\frac{1}{2}$	1,2	3,6	1,1 „

Die beiden Parallelfänge vom 10. Mai, in denen das Übergewicht des Netzvolumens so außerordentlich groß war, wurden quantitativ verarbeitet und dabei ergab sich, daß, wie von vornherein zu erwarten war, dieser gewaltige Unterschied ausschließlich auf die Art des Absetzens zurückzuführen war, indem der Filterfang sich dichter zusammengeschoben hatte. Denn es enthielt der Filterfang ebensoviel Chaetoceras wie der Netzfang (7000000), ebensoviel Ceratium tripos (3000) und Copepoden (7000 gegen 7500 im Netzfang), während von Sceletonemen 1000000, von Thalassiothrix 500000 Individuen mehr im Schlauchfange sich fanden als im Netzfange und ein ähnlicher Überschuß des Schlauchfanges bei allen anderen kleineren Pflanzen wiederkehrte.

Eine ähnliche Umkehr des Verhältnisses von Schlauchfang- und Netzfangvolumen kann durch reichliches Auftreten von Appendicularien verursacht werden, indem deren Gehäusefetzen ein sehr lockeres Absetzen des Netzplanktons bedingen können, während der Filterfang sich eng zusammenlegt. Dies kam einmal im Juli zur Beobachtung, wo der Netzfang 1,2 mal voluminöser als der Schlauchfang erschien.

Schon hieraus geht hervor, daß ein irgendwie konstantes Verhältnis nicht existieren kann. Sieht man von den eben besprochenen Ausnahmen ab, so übertrifft der Filterfang den Netzfang nach seinem Setzvolumen um das $\frac{1}{2}$ bis 12fache, am häufigsten um das 3 bis 4fache, wie die folgenden Werte zeigen.

	17. I.	31. I.	14. II.	28. III.	10. V.	27. VI.	2. VIII.	9. VIII.	14. IX.	4. X.	8. XI.	
1. Setzvolumen der Netzfänge, ccm	0,49	0,27	0,43	1,99	81,0	0,38	3,3	8,0	31,5	16,0	0,87	
2. Rechenvolumen der Netzfänge, ccm	20,8	7,5	10,4	6,2	36,6	17,9	36,0	66,6	101,2	70,5	51,2	
Faktor $\frac{1}{2}$	23	36	43	332	2189	21	91	119	311	225	17	
3. Faktor $\frac{1}{2}$ in den Monaten	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	30	43	332	?	2189	21	?	105	311	225	17	?

Trägt man nun, wie Figur 9 zeigt, das Setzvolumen und das Rechenvolumen der Netzfänge auf eine Abszisse ab, so weichen beide Kurven in ganz charakteristischer Weise von-

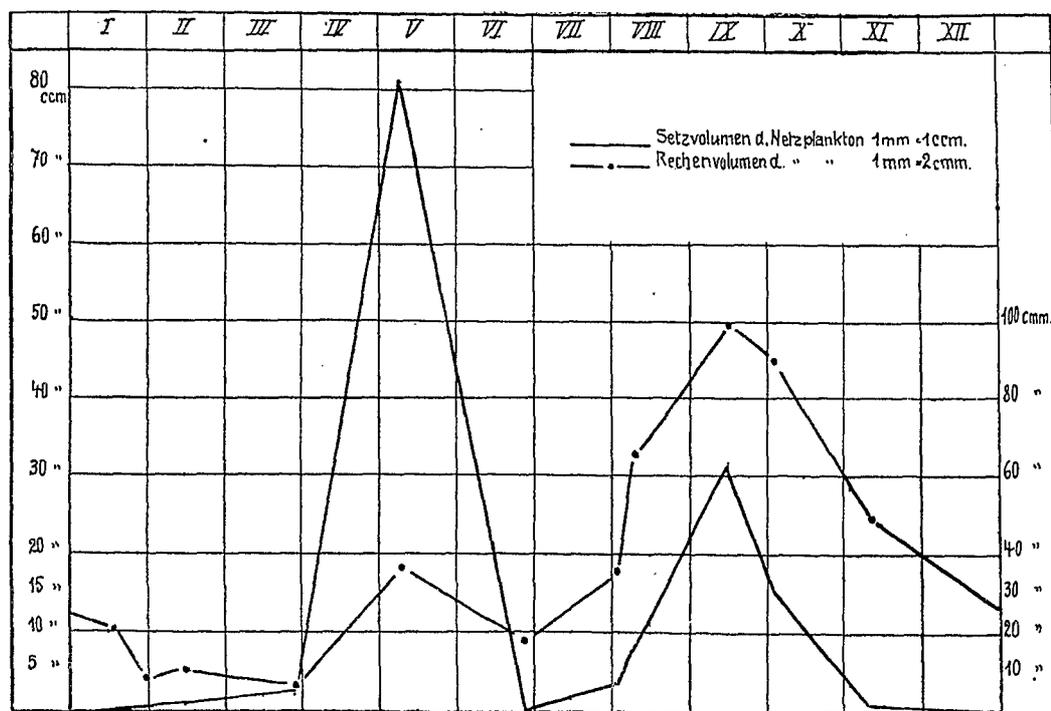


Fig. 9. Vergleich zwischen Setzvolumen und Rechenvolumen der Netzfänge.

einander ab, indem von den beiden Gipfeln im Frühjahr und Herbst bei dem Setzvolumen der erstere, bei dem Rechenvolumen der letztere der höhere ist. Es wird also durch das Absetzenlassen der Netzfänge ein enormes Übergewicht der Diatomeen-Wucherung vorgetäuscht, während in Wirklichkeit ein Übergewicht der Ceratium-Wucherung durch das Netzplankton nachgewiesen wird. Diese Entstellung der tatsächlichen Verhältnisse durch den sperrigen Charakter der Diatomeen wird aber noch besser illustriert durch einen Vergleich der Kurve für das Auftreten der sperrigsten Diatomeen: der Chaetoceras mit derjenigen der Setzvolumina der Netz- oder Schlauchfänge, denn beide Kurven stimmen tatsächlich völlig überein, wie ein Vergleich zwischen der Kurve 1 und 4 auf Tafel XII ohne weiteres lehrt. Jedes Maximum der Setzvolumenkurven von Netz und Filter entspricht einem Maximum im Auftreten der Chaetoceras; dagegen übt Skeletonema, das gar keine Fortsätze besitzt und sehr zarte Schläuche bildet, fast gar keinen Einfluß auf das Setzvolumen aus. **Das Volumen durch Absetzenlassen bringt also im wesentlichen nur zum Ausdruck, welchen Gang die Bevölkerungsdichte der Chaetoceras nimmt; denn auch im Herbst verbindet sich mit der Ceratium-Wucherung eine zweite Wucherung der Diatomeen, in der wiederum die Setzvolumenkurve der Chaetoceras-Menge völlig parallel läuft.**

Schon Hensen erkannte diese schweren Mängel der Volumenmessung durch Absetzenlassen vollständig und suchte nach besseren Methoden. So entfernte er aus den Netzfängen möglichst alles anhaftende Wasser und bestimmte die Menge von Flüssigkeit, welche die Planktonmasse eines Fanges beim Eintauchen in eine abgemessene Menge von Alkohol verdrängte. Dieses „Verdrängungsvolumen“ gibt bereits ein viel richtigeres Bild des wahren Ver-

haltens des Netzplanktons, indem das Frühjahrsmaximum von einem steil aufsteigenden Gipfel zu einem flachen Hügel umgeformt erscheint und nicht mehr höher als das Herbstmaximum, sondern im Gegenteil etwas niedriger ist. Dies Verdrängungsvolumen ist 4 bis 51 mal kleiner als das Setzvolumen (Fig. 10 und Tabelle darunter).

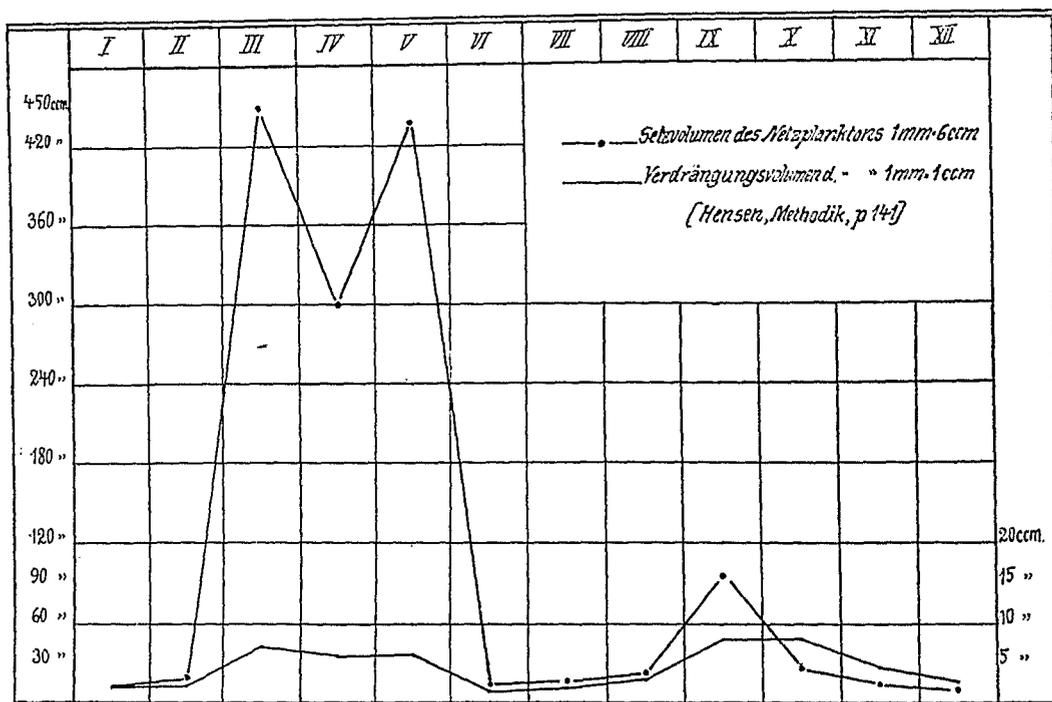


Fig. 10. Vergleich zwischen Setz- und Verdrängungsvolumen der Netzfänge.

Werte für Figur 10	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Netz. a) Setzvolumen . . . ccm	12,0	17,0	448,0	300,4	440,0	10,0	19,5	21,5	95,5	27,0	15,6	9,7
b) Verdrängungsvolumen ccm	1,9	2,2	6,8	5,7	5,9	1,5	2,1	3,2	7,9	8,6	4,3	2,5
$\frac{a}{b}$	6,5	10,3	43,0	51,2	41,9	7,2	12,0	7,0	9,1	4,0	4,5	4,1

Diese Werte sind Durchschnittswerte aus Beobachtungen während der 5 Jahre 1889—93 (Hensen, Methodik, pag. 141).

Was das Verdrängungsvolumen und das Rechenvolumen der Netzfänge bereits erkennen lassen, bringt dann das Rechenvolumen des Gesamtplanktons (Fig. 8) klar zum Ausdruck: das Herbstmaximum ist das erheblich voluminösere, nicht das Frühjahrsmaximum. Hierzu kommt aber noch ein zweiter sehr wesentlicher Punkt neu hinzu. Während nach den Setzvolumina und den Verdrängungsvolumina die beiden Maxima durch ein tiefes Minimum voneinander getrennt werden, ist das bei den Rechenvolumina nicht mehr der Fall. Schon das Netzplankton zeigt vielmehr ein ununterbrochenes Ansteigen vom Frühjahr bis zum Herbst, während dessen allerdings die Diatomeen-Wucherung einsetzt und einen sekundären Gipfel bildet, so daß der Gang der

Kurve unregelmäßig wird. Bei dem Gesamtplankton wird diese ganz sekundäre Bedeutung der Diatomeen-Wucherung im Frühjahr noch deutlicher, da das Sinken des Volumens nach derselben ein ganz unerhebliches ist, während die Planktonmasse in den Wintermonaten sich tief zur Abszisse hinabsenkt. Auf dieses interessante Resultat wird später bei der Besprechung der Jahresproduktion bei Laboe noch näher einzugehen sein.

Das Rechenvolumen wird vom Setzvolumen der Netzfänge natürlich noch erheblich mehr übertroffen als das Verdrängungsvolumen, von dem es gewissermaßen das Ideal vorstellt; es war 17 bis 2189mal kleiner, so daß seine Werte nur in cmm, nicht wie bei dem Setz- und Verdrängungsvolumen in ccm ausgedrückt werden mußten (siehe Tabelle auf Seite 204, unten).

Ordnet man die 11 Parallelfänge, deren Netz- und Filterfänge vollständig analysiert wurden, nach der Größe des Rechenvolumens, das das Gesamtplankton ergibt, und zeichnet dann in diese Kurve das Rechenvolumen des Netzplanktons hinein, so erhält man das beistehende Bild (Fig. 11), das auf das deutlichste zeigt, wie mit der Zunahme des

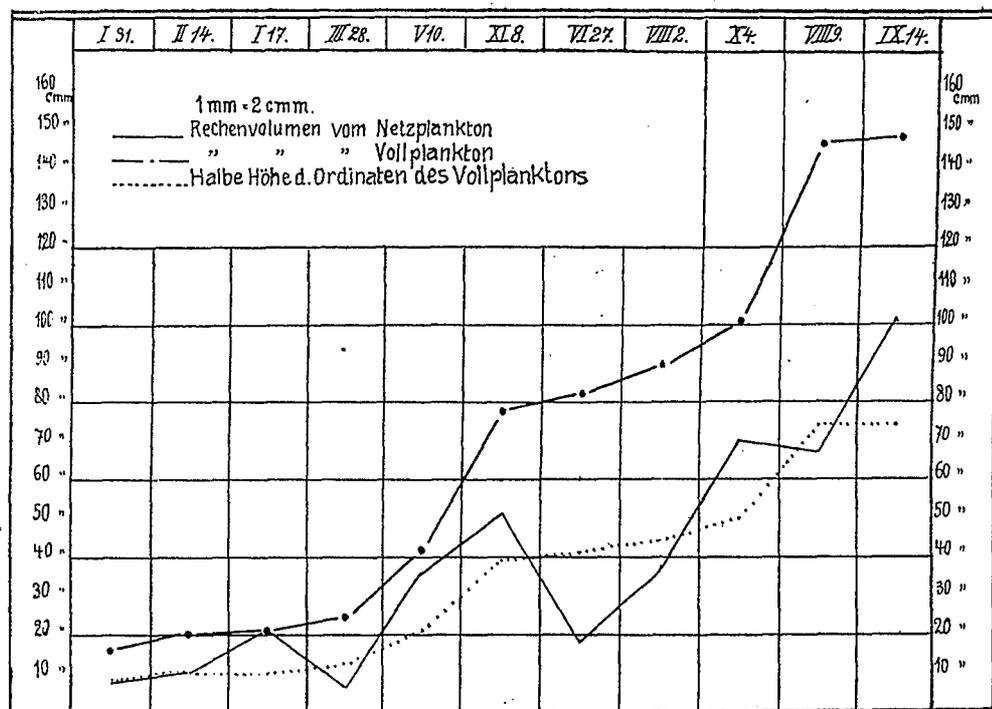


Fig. 11. Vergleich von Netz- und Vollplankton nach dem Volumen.

Planktongehaltes des Wassers auch der Netzverlust seiner Masse nach rapide wächst, während zur Zeit der Planktonarmut beide Kurven sich außerordentlich nähern und es sogar vorkommen kann, daß das Rechenvolumen des Netzplanktons mit dem des Gesamtplanktons sich deckt. Der prozentuale Verlust der Netzfänge bleibt sich aber ungefähr gleich, wie der Verlauf der Netzfangkurve zeigt, der um die halben Höhen der Ordinaten, die durch eine punktierte Linie verbunden sind, in etwa gleichem Ausschlage nach oben wie nach unten hin und her schwankt. In der Tat übertrifft das Gesamtplankton das Netzplankton um das 1,1—4,6fache und im Durchschnitt aller 11 Fänge um das 2,2fache.

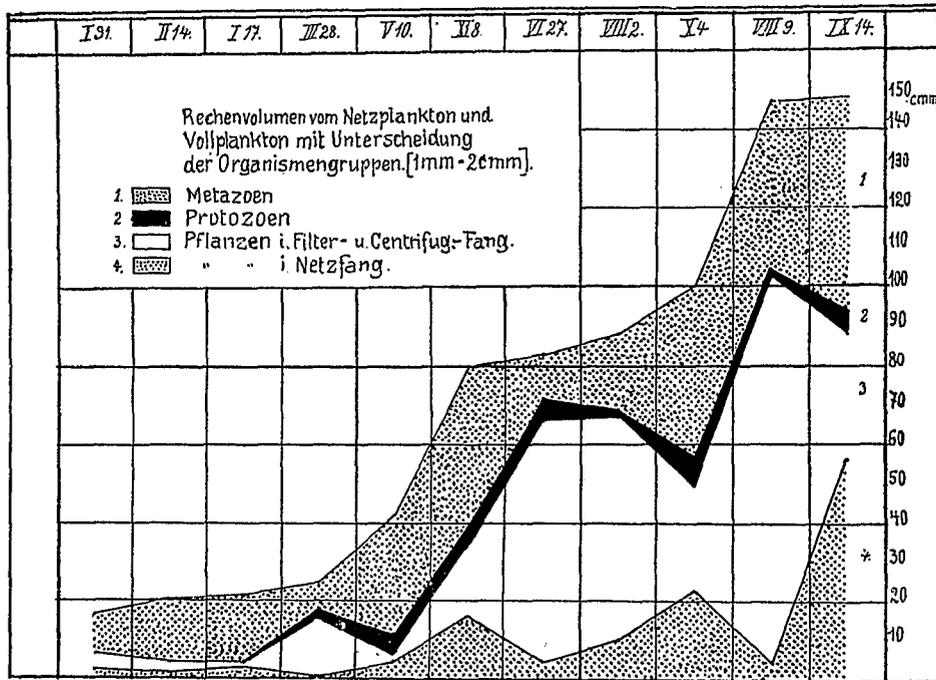


Fig. 12. Vergleich von Netz- und Vollplankton nach dem Rechenvolumen nebst Unterscheidung der Organismengruppen (1 und 4 gibt den Netzfang, 2 und 3 den Netzfangverlust an).

Worauf dieser Verlust an Planktonvolumen beruht, zeigt dann Figur 12. Hier sind die Volumina der Pflanzen, Protozoen und Metazoen gesondert eingezeichnet, und zwar sind bei den Pflanzen die Anteile des Netzplanktons noch besonders gekennzeichnet. Von den Protozoen fängt das Netz so wenig, daß eine Wiedergabe dieser geringen Mengen in der Kurve nicht möglich war; bei den Metazoen wird umgekehrt schon vom Netz das gesamte Volumen gefangen. Es gibt also die unterste und oberste, in der Figur 12 punktierte Fläche das gesamte Netzplanktonvolumen an, während die zwischen beiden liegenden Flächen die Masse des Netzverlustes angibt. Da in den Zeiten der Planktonarmut die Metazoen alle anderen Planktonorganismen bei weitem an Masse überragen, so ist dann der Verlust des Netzes am kleinsten; je mehr aber der Gehalt des Meeres an Plankton steigt, um so größer wird der Verlust, da die Zunahme des Planktongehaltes wesentlich durch die Wucherung der Diatomeen, Peridineen und anderen Protisten bedingt wird.

Zusammenfassend ließe sich also sagen, daß das Setzvolumen stets nur zum Ausdruck bringt, ob viel sperriges Material im Plankton vorhanden ist oder nicht. Da die sperrigsten Formen im allgemeinen Diatomeen und ganz besonders Chaetoceras sind, so werden deren Maxima und Minima durch das Setzvolumen überaus klar und scharf angegeben, so daß in der Ostsee die Kurve für Chaetoceras völlig derjenigen des Setzvolumens parallel geht. Ob man dabei nur Netzplankton oder das weit vollständigere und dichter sich sedimentierende Filterplankton nimmt, macht hierin keinen Unterschied. Es wird nur die Höhe der Kurve gesteigert, der Gang derselben ist derselbe wie beim Netzplankton.

Um Einblick in die wirkliche Masse der Planktonentwicklung zu erhalten, ist daher eine genauere Methode unumgänglich notwendig. Hensen¹⁾ hat vorgeschlagen, durch Titrieren

¹⁾ Methodik der Untersuchungen in: Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. I, B. 1895, pag. 142.

das Gesamtvolumen eines im Wasser suspendierten Fanges zu bestimmen, indem aus der Differenz der durch die Titration nachgewiesenen Wassermasse und der abgelesenen Masse von Wasser + Fang die Menge des letzteren gefunden würde. Brandt hat durch chemische Untersuchungen nicht nur die Gesamtmasse, sondern auch die Mengen der einzelnen Organismengruppen und der einzelnen chemischen Bestandteile festzustellen gesucht. Hier ist der Versuch gemacht, durch direkte Volumbestimmung der einzelnen Planktonorganismen die Masse des Gesamtplanktons und der einzelnen Arten und Gruppen zu erhalten. Die Menge des Detritus, der den Filter- und Centrifugenfängen notwendigerweise beigemischt ist, schloß die chemische Untersuchungsmethode hier von vornherein aus; auch wäre dieselbe für die vorliegenden Untersuchungen immer wenig brauchbar gewesen, da das Gesamtplankton, auf dessen Feststellung es ankam, sich erst aus der Analyse 3 verschiedener Fänge rechnerisch ergab und also eine direkte chemische Untersuchung dieses Gesamtplanktons unmöglich war. Die Bestimmung des Artvolumens aber gestattete die weitgehendste Ausnutzung der Zählungsergebnisse. Trotz der Ungenauigkeit, die den einzelnen Werten wegen der oft sehr erheblichen individuellen Größenschwankungen anhaftet, ist sie doch vorzüglich geeignet, die Zusammensetzung des Planktons zu zeigen, und zweifellos gibt sie der chemischen Untersuchung der Leitformen und deren Anwendung auf die Analyse der Fänge ein unvergleichlich besseres Fundament als die einfache Zählung der Individuen. Das so berechnete Volumen ergibt nun für das Netzplankton eine ganz ähnliche Kurve wie die Trockensubstanzbestimmungen Brandts, und die Übereinstimmung würde noch größer werden, wenn man aus den letzteren die Kieselsäure, die ja wesentlich an der Borstenbildung der Diatomeen beteiligt ist, fortließ. Durch die Ausführung der Volumbestimmung für das Gesamtplankton wird die Bedeutung der Diatomeen noch weiter hinuntergedrückt, und indem die Kurve in gleichem Sinne wie bei dem Fortschreiten vom Setzvolumen zum Trockensubstanz- und Rechenvolumen des Netzplanktons sich weiter ändert, gewinnt sie einen anderen Sinn, indem statt der 2 isoliert aufragenden Gipfel des Frühjahrs- und Herbstplanktons nur ein Ansteigen und ein Abfallen der Planktonmasse durch die Jahreskurve zum Ausdruck kommt und die Diatomeen-Wucherung im Frühjahr nur eine unerhebliche Komplikation des aufsteigenden Kurvenastes bedingt. Diese Änderung wird verursacht durch das Hinzukommen großer Mengen von Protophyten, die dem Netze entgehen und in der Zeit zwischen Frühjahrs- und Herbstwucherung sowie während der letzteren im Plankton auftreten. Die Protozoen spielen dabei keine erhebliche Rolle.

III. Die Anwendung der verschiedenen Methoden und der Wert der einzelnen Zahlen.

Zum Schluß würde nun die Frage entstehen, in welcher Weise etwa ein Meeresteil auf Plankton zu untersuchen sei.

Will man das Vorkommen und die Zusammensetzung des Gesamtplanktons feststellen, einerlei ob nur qualitativ oder auch quantitativ, so wird man nicht ohne Centrifugierungen und Filtrationen durch Papierfilter auskommen können, da sonst eine große Zahl der Protisten-

formen ganz verloren geht, und darunter gerade solche, die als Nahrung eine wichtige Rolle spielen. Kommt es dagegen nur auf das Studium bestimmter Formen an, will man also nur ein Teilplankton untersuchen, so wird man sich sehr wohl mit einem Apparat begnügen können, indem das Netz für die meisten Metazoen und einige besonders große oder sperrige Protisten auch quantitativ verwertbare Resultate liefert, die Centrifuge die kleinsten und zartesten Protisten gut sedimentiert und für alle anderen Formen die Papierfilter einen geeigneten Fangapparat ergeben. Besondere Vorsicht ist aber bei dem Studium der Entwicklung der Gewebs-tiere nötig, da viele Eier derselben (die Mehrzahl der isoliert abgelegten Copepodeneier, die Eier der Rotatorien) und selbst manche frühere Larvenzustände (Nauplien der Copepoden) in den Netzfängen zu niedrige Zahlen ergeben. Keinesfalls ist ferner stillschweigend das Netzplankton als Ausdruck des Gesamtplanktons zu betrachten, da letzteres nicht nur der Masse, sondern vor allem seiner Zusammensetzung nach meist erheblich von ersterem abweicht. Teilplankton und Gesamtplankton sind stets auseinander zu halten. Es ist daher auch durchaus notwendig, daß bei der Wiedergabe von quantitativen Analysen, in denen auch Zahlen für Arten angegeben werden, die mit der angewandten Methode nur unvollkommen gefangen werden können, diese Zahlen durch den Druck deutlich als unsichere Werte kenntlich gemacht und von den sicheren Werten klar unterschieden werden. Es sollten also bei den Protokollen über quantitative Netzfänge alle solche Werte eingeklammert oder kursiv gedruckt werden.

Eine zweite Forderung, auf die Hensen bereits seit 1887 immer wieder hingewiesen hat, ist die, daß es unumgänglich notwendig ist, stets den Planktongehalt vertikaler Wassersäulen zu untersuchen und sich nicht auf die Untersuchung von Oberflächenwasser zu beschränken. Dies gilt für alle Planktonuntersuchungen, da die Verteilung der Organismen an der Oberfläche selbst, vor allem infolge der Windwirkung, eine sehr ungleichartige ist, viele Formen erst dicht unter derselben auftreten und die Verbreitung des Planktons in den verschiedenen Tiefen eine äußerst verschiedene ist. Alle diese Verschiedenheiten aber werden ausgeglichen, wenn die ganze Wassersäule untersucht wird, in der Planktonproduktion erfolgt, also in der Flachsee vom Boden bis zur Oberfläche, auf hoher See von etwa 200 m ab bis 0 m. In dieser Notwendigkeit liegt eine der Hauptschwierigkeiten für die Anwendung der Papierfilter und Centrifuge und der Hauptvorteil, den die Netzfischerei bietet. Es bleiben daher nur zwei Möglichkeiten für Filter- und Centrifugenfänge: entweder pumpt man mittelst Schlauch und Pumpe den Inhalt einer vertikalen Wassersäule herauf und unterwirft diese Wassermasse an Bord oder im Laboratorium einer weiteren Untersuchung oder man entnimmt aus einer vertikalen Wassersäule in bestimmten Abständen Schöpfproben, aus deren Inhalt dann später durch Interpolation der Inhalt der ganzen Wassersäule durch Rechnung gefunden wird. Für die Centrifugierungen, bei denen das Plankton womöglich lebend zu untersuchen ist und für die relativ recht kleine Wassermassen (15—250 ccm) genügen, wird im allgemeinen die Entnahme von Schöpfproben sich am meisten empfehlen, während die Verwendung der Pumpe zur Beschaffung der 50—200 und mehr Liter Wasser für die Papierfiltration notwendig wird. Es wird aber im einzelnen Falle viel von Wetter und

Strömung abhängen, ob die Pumpe oder die Schöpfflasche angewandt werden kann. Ebenso wird die Untersuchung des Centrifugensedimentes an Bord des Schiffes bei bewegter See manche Schwierigkeiten bieten, da die Organismen bei jeder Bewegung des Schiffes unter dem Deckglase hin und her gleiten und eine sichere Fixierung unmöglich machen. Doch kommt hier alles auf Ausprobieren und ernstliches Bemühen, die Schwierigkeiten zu beseitigen, an. Wahrscheinlich wird mit der Entfernung der Fangstationen von der Küste sich ferner die Notwendigkeit einstellen, größere Wassermassen mittelst Filter und Centrifuge zu untersuchen als hier in der Ostsee. Für die Schöpfproben dürfte die Abnahme des Planktonreichtums hierzu zwingen. Bei Laboe war es möglich, durch Filtrationen von nur $\frac{1}{4}$ Liter Wasser das vertikale Vorkommen der Tintinnen, Ceratien, Peridinium, in gewissem Grade selbst der Copepoden und Rotatorien mit genügender Sicherheit festzustellen, und für die große Masse der Protisten genügten Centrifugierungen von nicht mehr als 15 ccm Wasser. Wiederholt mußte sogar für einige besonders häufige Arten auf Proben von nur 10, 5 und selbst 3 ccm hinuntergegangen werden, um deren Zählung im Sediment zu ermöglichen. Auf der Hochsee und im Warmwassergebiet, vor allem aber in der Tiefsee werden solch kleine Wassermengen nicht genügen. Wie groß die einzelnen Proben hier genommen werden müssen, können natürlich nur direkte Versuche lehren. Da aber überall in der Hochsee und jedenfalls bis zu 200 m, in der jedenfalls an Netzplankton so armen Sargasso-See sogar bis 400 m Tiefe zahlreiche Appendicularien, Salpen, Pteropoden und Tintinnen leben, die nur sehr kleine Wassermassen auszunutzen imstande sind und trotzdem große Mengen von kleinsten Auftriebsorganismen in ihren Fangapparaten, Darmschlingen oder im Zelleibe anhäufen, so muß auch hier überall mittelst der Centrifugierung relativ recht kleiner Wasserproben eine quantitative Bestimmung dieses kleinsten Planktons ausführbar sein. **Dies gilt vor allem da, wo die Appendicularien ihre Fangapparate mit Erfolg gebrauchen können.** Nehmen wir vorläufig an, daß der Ozean im Gebiete des warmen Wassers durchschnittlich 10mal so arm an kleinstem Plankton sei wie die Ostsee bei Laboe, dann würden dort 3 Liter für die Schöpfproben und 150 ccm für die Centrifugierungen zu verwenden sein. Beides sind Wassermengen, die noch bequem zu verarbeiten sind; auch sind für hydrographische Zwecke Wasserschöpfer von 3 Liter Inhalt bereits in Gebrauch. Die Centrifugierung von 150 ccm würde wahrscheinlich am zweckmäßigsten in 2 Absätzen ausgeführt werden, so daß in 5—10 Centrifugengläsern zunächst die ganze Wasserprobe centrifugiert und darauf das Sediment aus allen Gläsern in ein einziges gesammelt und nochmals centrifugiert würde, da sonst die Wassermasse, in der das Sediment suspendiert ist, zu groß werden und eine bequeme Durchzählung verhindern würde. Es würde also nur eine Centrifuge mit 10 Gläsern zu wählen sein, von denen ein jedes etwa 20 ccm faßt; weite Gläser zu nehmen, um die Zahl herabzusetzen, halte ich für unpraktisch, da die Sedimentierung darunter leidet und überdies das Einsammeln des Sedimentes sehr erschwert wird. Es ist besser enge und zahlreichere als weite und wenige Gläser zu gebrauchen.

Für die Schlauchfänge ergibt sich aber außerdem die Notwendigkeit einer Steigerung der Wassermasse aus der Zunahme der Länge der zu untersuchenden Wassersäule, da aus jedem Abschnitt der letzteren ein genügend großes Quantum Wasser zur Untersuchung kommen muß. Bei Laboe kamen auf 1 m Wassersäule etwa 3,5 Liter Wasser (54 Liter für 15 m) zur Untersuchung, was vollständig genügt hat. Danach würden bei einer Wassersäule von 200 m Länge 700 Liter zu filtrieren sein, deren Heraufpumpen über 2 Stunden währen und natürlich eine große Zahl von Ballons zum Einfüllen erfordern würde. Man würde daher vielleicht zunächst sich mit 1 Liter pro 1 m Wassersäule begnügen können und sehen, ob diese Wassermasse ausreicht. Sie würde immerhin in 40 Minuten gewonnen und, wenn gleichzeitig 4 Faltentrichter in Tätigkeit gesetzt werden, in 1—2 Stunden filtriert werden können.

Bei diesen Schwierigkeiten, die sich für die Untersuchung des Gesamtplanktons in der Hochsee ergeben, liegt es nahe, an die Konstruktion eines Netzes aus noch dichterem Stoffe als es die Müllergaze Nr. 20 ist, zu denken. Die Wirkung, welche Chaetoceras-reiches Wasser auf die Netzfänge ausübt, spricht sehr zu Gunsten eines solchen Versuches, da in solchen Fängen der Fangverlust für viele Formen fast auf 1,0 herabsinkt; aber auf der anderen Seite bleiben doch eine große Zahl anderer Formen hiervon fast unberührt. Bei den jetzigen Planktonnetzen ist eine Einwirkung der Verstopfung auf die Größe der Wasserfiltration selbst bei dem größten von mir beobachteten Fange nicht zu bemerken gewesen; bei einer noch erheblicheren Herabsetzung der Lochfläche gegenüber der Fadenfläche läge diese Gefahr, bei deren Eintritt die abfiltrierte Wassermasse nicht mehr festzustellen wäre, allerdings viel näher. So lange aber keine Verlegung der Maschen eintritt, wird stets ein großer Teil der kleineren Protisten verloren gehen und zwar in demselben wechselnden Verhältnisse wie jetzt. Die bedeutsamste Rolle bei dem Fange des kleineren Planktons mittelst des Netzes spielt offenbar die enorme Ausdehnung des Fadenwerkes, auf welchem wie auf einer breiten Fläche sich die Organismen niederschlagen und ablagern. Diese Rolle würde natürlich bei einer Verkleinerung der Maschengröße noch sehr erheblich verstärkt. Wenn diese Netze nicht zugleich die Aufgabe haben sollten, auch die größeren Formen gut und ausreichend zu fangen, so könnte ihre Öffnung erheblich kleiner gemacht und dadurch die Gefahr einer Verstopfung vermindert werden. Seidentaffet wird sehr schnell brüchig und ist für Netzfiltration viel zu dicht; es würde also nur ein durchbrochenes Gewebe nach Art der Seidengaze brauchbar sein; Hensen schlug bereits vor, zu diesem Zwecke ein Gewebe herzustellen, das ebenso dicht wie der Randsaum der käuflichen feinsten Müllergaze gewebt sei. Es ist sehr wohl denkbar, daß ein solches Netz die Anwendung von Schlauch und Filter ersetzen könnte, was natürlich ein großer Vorteil wäre. Fraglich ist nur, ob nicht der Abspülverlust eine erhebliche Steigerung erfahren und die Resultate noch mehr, als das offenbar schon jetzt der Fall ist, beeinflussen würde. Jedenfalls aber würde auch ein solches Netz nie die Centrifuge entbehrlich machen können, da die Gymnodinien, Chrysomonadinen, Monadinen usw. nur in lebendem Zustande qualitativ wie quantitativ untersucht werden können.

Drittens ist die Wahl der Fangstationen von Bedeutung. Handelt es sich um die räumliche Verteilung des Planktons in einem Meeresgebiete, so kommt alles auf die Aus-

wahl der Bezirke verschiedener Existenzbedingungen an, je nachdem ein Wechsel zwischen Küstennähe, Flachsee und Hochsee oder aber in den Meeresströmungen und damit in Salzgehalt und Temperatur erfolgt. Reicher Wechsel dieser Verhältnisse macht natürlich eine große Zahl dichtliegender Stationen notwendig, bei sehr einförmigen Meeresgebieten, wie z. B. in der Sargassosee genügen für sehr weite Strecken einige wenige Fangorte. Anders ist es, wenn die zeitliche Verteilung des Planktons in einem Meeresteile untersucht werden soll. In diesem Falle ist eine möglichst weitgehende Einschränkung der Fangorte, aber eine möglichst häufige Untersuchung des Planktons an denselben die Hauptsache. Je kürzer die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Untersuchungen sind, um so sicherer werden die Ergebnisse. Natürlich machen sich auch hier die Verschiedenheiten zwischen Küstennähe und Küstenferne, verschiedenen Strömungen und anderen lokalen Bedingungen bemerkbar; aber der Gang der Jahresentwicklung wird überall derselbe sein und nur unbedeutende lokale Abweichungen zeigen. So fand ich im Winter 1900/01 bei Syrakus dieselben Planktonmengen wie bei den Liparischen Inseln; so haben auch die Untersuchungen an den verschiedensten Stellen der Kieler Bucht im wesentlichen die gleichen Jahreskurven für die Planktonformen ergeben, wie ich sie 1905/06 vor Laboe nachgewiesen habe. Fischt man bei solchen Untersuchungen an den verschiedenen Fangtagen an verschiedenen Stationen, so verwischen die lokalen Verschiedenheiten den Gang der Jahreskurven mehr und mehr, während derselbe ganz klar zum Ausdruck gebracht wird, wenn man an jedem Fangtage die gleichen Stationen untersucht. Man wird daher womöglich sich mit einer Station begnügen, an der besondere lokale Einflüsse, so weit es geht, ausgeschlossen sind und hier möglichst oft, wenigstens jede Woche einmal, eine Untersuchung ausführen. Selbst in Gebieten, wo sehr große lokale Verschiedenheiten im Plankton vorkommen, wie in reichgegliederten Küstengebieten, zwischen den Inseln eines Archipeles usw., wird sich aus solchen Untersuchungen ein klares Bild von der für die betreffende Gegend typischen Jahresentwicklung ergeben. Man darf sich hier nicht durch den räumlichen Wechsel des Planktons abschrecken lassen.

Endlich ist die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Planktons auch innerhalb eines Bezirkes gleichmäßiger Existenzbedingungen naturgemäß keine absolute. Vielmehr gibt jeder Fang, selbst wenn mehrere gleichzeitig unmittelbar nebeneinander oder an genau gleichem Ort in ganz kurzen Zeitintervallen ausgeführt werden, ein etwas anderes Resultat. Solche Untersuchungen sind bereits von Hensen mit 2 miteinander verkoppelten Netzen auf der Plankton-Expedition und vom verankerten Schiffe aus in der Kieler Bucht gemacht. Im ersteren Falle betrug die größte Abweichung beider Fänge voneinander $\frac{3}{10}$ des kleineren Fanges, die kleinste Abweichung dagegen belief sich nur auf $\frac{3}{100}$. Diese Differenzen sind also in Wirklichkeit sehr kleine, wenn sie auch bei voluminösen Fängen mehr als 30 ccm ausmachen können (208,5 und 241 ccm). Größer werden die Abweichungen, wenn die Vergleichsfänge zwar am gleichen Orte, aber nicht gleichzeitig, sondern nacheinander gemacht werden, weil dann Wasserversetzungen eintreten können. 8 derartige Vergleichsfänge zeigten eine maximale Differenz von $\frac{8}{10}$ des kleineren Fangvolumens, also beinahe das Doppelte. Meine eigenen Fahrten gaben ein neues und sehr reiches Material in dieser Hinsicht, da an jedem Fangtage mehrere, meist

4 quantitative Netzzüge vom verankerten Schiffe aus gemacht wurden und zwar ein Teil zu Beginn, ein Teil am Schluß der Arbeit, so daß die Netzfänge etwa eine Stunde auseinander lagen. Im Durchschnitt ergibt sich aus 200 Fängen, die an 72 Fangtagen von mir selbst mit gleichem Netz und mit möglichst gleicher Geschwindigkeit ausgeführt wurden, eine Abweichung pro Fangtag von $\frac{3}{10}$ des kleinsten Fangvolumens des betreffenden Tages. Die maximale Differenz, die beobachtet wurde, war das 3fache des kleinsten Fanges. Solch starke Abweichungen kamen aber nur 2mal vor (13. VI. 06: 0,3—0,8 ccm; 2. V. 06: 13,0—38,0 ccm). Man wird also durchschnittlich damit rechnen können, daß man statt eines Fanges von 10 ccm Setzvolumen auch einen von 13 ccm Volumen, statt 100 ccm von 130 ccm hätte erhalten können. Es kann aber auch einmal vorkommen, daß die Schwankungen auf das Doppelte oder Dreifache des kleinsten Fanges steigen.

Größer wiederum als diese Abweichungen der Fangvolumina sind im großen und ganzen die der Individuenzahlen für die einzelnen Arten solcher Vergleichsfänge; einmal ist ihre Verteilung im Wasser verschieden gleichmäßig; dann aber treten hier zu den Unregelmäßigkeiten des Vorkommens noch die unvermeidbaren kleinen Ungenauigkeiten bei der quantitativen Verarbeitung hinzu, die nicht für jede Art die gleichen sind. Nach den Analysen, die Hensen von seinen 8 oben zitierten Fängen gegeben hat und die ich schon bei der Bearbeitung des Syrakusaner Materiales herangezogen habe, gebe ich hier eine kleine Tabelle über die Schwankungen der Individuenzahl von 18 Arten, die vom Netz gut gefangen werden und bei denen also nicht der Fangverlust noch besondere Abweichungen bedingen kann.

Tabelle XII.

Schwankungen der Individuenzahl in gleichzeitig und am gleichen Ort gemachten Fängen.

	I	II	III
	Minim.	Maxim.	2 : 1
I. Echt pelagische Formen:			
1. Larven von <i>Mysis</i>	11 700	17 650	1,5
2. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. Fr. Müll. . .	11 480 000	21 500 000	1,8
3. <i>Oikopleura dioica</i> Fol.	5 370	9 980	1,8
4. Copepoden, erwachsen	31 400	68 500	2,1
5. Planarien	2 480	5 350	2,1
6. Podon	150	390	2,3
7. <i>Tintinnopsis campanula</i> Ehbg.	1 150	3 050	2,6
8. <i>Cyttarocyclus helix</i> Cl. et L.	2 600	8 100	3,1
9. <i>Evadne</i>	140	690	5,0
10. <i>Sagitta bipunctata</i> Qu. et Gaim.	50	460	9,8
11. <i>Coscinodiscus</i> , groß	160	1 816	11,1
II. Larven von Bodentieren:			
12. <i>Cyphonautes</i>	1 170	2 030	1,7
13. Muscheln	1 880	3 700	1,9
14. Schnecken	670	1 550	2,3
15. Wurmlarven	6	53	9,0
16. Ophiurenlarven	13	133	10,2
17. Cirripedienlarven	0	28	mehr als 28,0
18. Ascidienlarven	0	40	„ „ 40,0

Bei Formen, die in großer Zahl vorhanden sind und bei denen daher sowohl der Fang wie die Zählung wenig Zufälligkeiten ausgesetzt waren, schwanken die Differenzen also zwischen dem 1,5 und 3fachen des kleinsten Befundes, es können aber die Verschiedenheiten sehr viel stärker sein, vor allem bei spärlich vorhandenen Formen, die als Larven von Bodentieren von lokalen Verhältnissen abhängig sind.

Für solche Formen, welche vom Netze gut gefangen werden, wie *Ceratium tripos balticum* und die über das Naupliusstadium hinaus entwickelten Copepoden ergaben die Differenzen der Netz- und Filterfänge ganz ähnliche Werte: die maximale Verschiedenheit betrug bei den ersten das 2fache, bei den letzteren das 1,8fache des kleineren Wertes. Daneben kamen dann aber bei einigen Metazoen ausnahmsweise weit erheblichere Differenzen vor, so bei

Muscheln	von 8,6
Planula	„ 9,7
Oikopleura	„ 10,0
Podon	„ 11,1
Schnecken	„ 24,0

Diese Abweichungen sind zweifellos der Ausdruck einer wirklich im Meere vorhanden gewesenen ungleichmäßigen Verteilung. Allerdings erscheint diese Ungleichmäßigkeit hier wohl noch verstärkt infolge der Kleinheit der untersuchten Wassermassen bei den Filterfängen und selbst den Netzfängen, während bei Hensen's Untersuchungen das große Planktonnetz verwendet wurde, das 6,5mal mehr Wasser filtriert. Zieht man aber auch dies alles in Berechnung, so wird man doch zu dem Schlusse kommen, daß man stets mit Schwankungen der wirklich im Meere vorhandenen Planktonmassen und Individuenzahlen der einzelnen Arten um das 2fache rechnen muß und bei selteneren und größeren Formen diese Schwankungen leicht das 3fache, in besonderen Fällen selbst das 5—10fache des kleineren Wertes erreichen können. Daher ist selbst die erste Zahl einer Summe, mag sie das Volumen oder die Individuenzahl bezeichnen, nicht als genauer Ausdruck des im Meere wirklich Vorhandenen anzusehen, es ist vielmehr wahrscheinlich, daß eine noch weiter durchgeführte Untersuchung eine geringe Änderung derselben nach oben oder nach unten zur Folge gehabt haben würde, die in einigen Fällen eine Änderung um die Hälfte ihres Wertes bedeuten könnte. Wenn ich daher in den Tabellen überall nur die 1. Stelle der Summe unverändert wiedergebe, die 2. aber nach dem Werte der 3. Stelle (ob 0—4 oder 5—9) ebenfalls unverändert lasse oder um 1 erhöhe, alle weiteren Stellen aber nur durch 0 bezeichne, so ist jedenfalls der wahren Genauigkeit der Werte kein Abbruch getan und doch ihre Bedeutung als annähernd richtige Werte klar zum Ausdruck gebracht.

Notiz

über die Bestimmung der bei den Vertikalzügen von 15—0 m vom mittleren Planktonnetz filtrierte Wassermasse.

Nach Hensen's 1901 und 1902 (Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Neue Folge, Abt. Kiel, Bd. V und VI) ausgeführten Experimenten mit Planktonnetzen mit sehr kleiner Netzöffnung ergab sich als zuverlässigster Wert für ψ (Zahl, durch welche die der Netzöffnung entsprechende Wassermasse eines Netzzuges zu dividieren ist, um die wirklich während des Zuges vom Netz filtrierte Wassermasse zu erhalten) für das große Planktonnetz und eine Zugschnelligkeit von 0,50 m in 1 Sekunde: **1,33**.

Die Zuggeschwindigkeit war auf meinen Fahrten nach wiederholten Messungen etwas geringer (0,43 m in 1 Sekunde). Für das von mir gebrauchte mittlere Planktonnetz und einen Zug von dieser Schnelligkeit würde sich unter Zugrundelegung der von Hensen gegebenen Daten ein ψ von 1,29—1,36 berechnen. Das Mittel würde also ebenfalls **1,33** sein. Da die Netzöffnung eine Fläche von 155,3 Quadratcentimeter besaß, würde die wirklich filtrierte Wassermasse pro Fang $\frac{155,3 \cdot 1500}{1,33} = 175\,150$ ccm = 175 Liter betragen. Dieser Wert ist überall den Rechnungen zugrunde gelegt, und er hat sich, wie ein Vergleich der Filter- und Netzfänge zeigt, als durchaus richtig erwiesen.

Teil II.

Das Gesamtplankton im Jahreskreislaufe bei Laboe.

Dieser Abschnitt enthält die Anwendung der im 1. Teil besprochenen Methoden auf die Untersuchung des Planktons eines einzelnen Meeresabschnittes während eines Jahreskreislaufes. Der Besprechung des Auftretens der Planktonorganismen ist eine Darlegung der Existenzbedingungen vorausgeschickt, denen jene am Fangorte bei Laboe unterworfen waren.

1. Die Existenzbedingungen für das Plankton am Fangorte, dargestellt auf Grund der Beobachtungen und Untersuchungen Dr. Gebbing's.

(Tafel XI und Tabelle A.)

Wie ich bereits Seite 140 anführte, war ich durch die Zeit, welche mir für die Fahrt und für die Verarbeitung des noch lebend am Fangtage zu untersuchenden Materiales zur Verfügung stand, verhindert, weiter als bis Laboe an die Mündung des Kieler Hafens vorzudringen. Ich wählte diesen äußersten Punkt, der 10 km in gerader Linie vom Kieler Bahnhof entfernt lag und in etwa einer Stunde mit unserem Motorboote zu erreichen war, da derselbe bereits außerhalb der Enge beim Friedrichsorter Leuchtturm und unmittelbar vor der Ausweitung des äußeren Hafens gelegen ist, an der die Orte Stein und Strande liegen und die im Bülcker Leuchtturm und der Kolberger Heide an die freie Ostsee grenzt. Bezeichnet man den Teil des Hafens, der südlich von Friedrichsort liegt, als Binnenhafen, den nördlich von Laboe gelegenen Abschnitt als Außenhafen, so würde die Enge zwischen Laboe und Friedrichsorter Leuchtturm die Verbindungsstraße beider bilden. An dem Ausgange dieser in den Außenhafen lag mithin die von mir gewählte Fangstation (Fig. 2, pag. 140).

Land- und Seemarken machten das sichere Auffinden leicht. Die Station lag über 15—16 m tiefem Grunde im Fahrwasser, etwas der westlichen, schleswigschen Küste genähert. Direkt in der Mitte des tiefen Wassers zu ankern, verhinderte der rege Schiffsverkehr, vor allem aber die Kaiserliche Marine, deren Kriegsschiffe oft dicht an unserem Ankerplatze vorbeifuhren. Zweimal machten Schießübungen das Arbeiten draußen überhaupt unmöglich, so daß wir notgedrungen etwas weiter südlich ankern mußten. Der Meeresgrund war hier, wie im tiefen Fahrwasser durchweg, schlickig, ohne Pflanzenwuchs und ohne Tierkolonien. Von der freien Ostsee war unsere Station noch 5 km entfernt.

Der Kieler Hafen liegt in demjenigen Abschnitt der westlichen Ostsee, der von den Ozeanographen als Kieler Bucht bezeichnet wird; er schneidet fjordartig in ihre Küste ein und ist ausgezeichnet durch die große Tiefe, die er seiner ganzen Länge nach bewahrt (vor der Stadt noch 10 m, bei Friedrichsort 16 m). Dem Hafeneingange vorgelagert sind in der Kieler Bucht zwei flachere Bänke: der Stollergrund und das Gabelsflach, auf denen nur 5—10 m Wasser liegt und zwischen denen Rinnen auch dem tieferen Wasser Zutritt zur Förde gestatten. Diese Rinnen sind von sehr verschiedener Breite und Tiefe. Am engsten ist die „Stoller-

grund-Rinne“ zwischen dem Stollergrund und dem Dänischen Wohld, die den westlichen Zugang bildet und etwa $\frac{1}{2}$ km breit ist und an der flachsten Stelle 10—11 m Tiefe besitzt; weiter ist der nördliche Zugang zwischen den beiden Bänken, der 3 km Breite und wenigstens 10—14 m Tiefe besitzt; am weitesten aber ist der östliche Zugang zwischen Gabelsfach und der Kolberger Heide mit einer Breite von 5 km und einer Mindestdiefe von 10—20,5 m. In diesem dem Hafen vorgelagerten, aber noch zur Kieler Förde gehörigen Gebiete von 10—20,5 m Tiefe, liegt die Heulboje („Kiel A“), bei der von Hensen, Brandt, Apstein und mir bereits vor Jahren quantitative Planktonuntersuchungen ausgeführt wurden. Sie befindet sich dicht vor dem Hafenausgange, am Rande des vom Bülcker Leuchtturm sich vorschiebenden steinigen Grundes (Kleverberg), auf 20 m tiefem Wasser. Bis vor kurzem lag ferner dicht vor dem nördlichen Zugänge in dieser Vorbucht ein Feuerschiff („Stollergrund“), das aber am 6. Juni 1905 weiter östlich verlegt wurde; es liegt seitdem, „Gabelsfach“ genannt, außerhalb der Förde, SO. von Gabelsfach auf 12,5 m tiefem Wasser. Auf diesem Leuchtschiff werden seit langen Jahren hydrographische Beobachtungen im Auftrage der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere angestellt, die zur Bewertung der an unserer Station gemachten Befunde von großer Wichtigkeit sind.

Verläßt man auch diesen Teil der Kieler Förde, so erreicht man die eigentliche Kieler Bucht, die ihrerseits einen Abschnitt der Beltsee bildet und im Osten durch die Insel Fehmarn, im Norden durch Laaland, Langeland, Arö, Alsen, im Westen durch die Schleswigsche Küste begrenzt wird. Der Fehmarnsund im Osten, der Langelandsund und Alsensund im Norden bilden ihre Zugänge von anderen Teilen der westlichen Ostsee her, von den Belten die beiden letzteren, von der Mecklenburger Bucht der erstere. Für die hydrographischen Erscheinungen sind diese Verhältnisse von großer Bedeutung, weil sie die Beteiligung des „baltischen“ und „Nord-seestromes“ an der Bildung des Wassers der Bucht und weiterhin auch der Förde bedingen.

Nach diesen Vorbemerkungen über die Lage der Beobachtungsstation gehe ich zur Besprechung der hydrographischen Beobachtungen über. Ausgeführt wurden dieselben regelmäßig von Dr. Gebbing, der auf jeder Fahrt Serien von Temperaturmessungen vornahm und an mitgenommenen Proben, die mit dem Krümmel'schen Wasserschöpfer dem Meere entnommen waren, den Salzgehalt und den Gehalt an nicht organisch gebundenem Stickstoff bestimmte. Der Salzgehalt wurde durch Titrierung bestimmt, über die Stickstoffbestimmungen wird Näheres von Gebbing in den Publikationen der Deutschen Südpolar-Expedition angegeben werden. Außerdem wurde die Sichttiefe festgestellt durch Versenken einer weißen Scheibe. Windrichtung und bei den Netzzügen etwa wahrgenommene Strömungen des Wassers wurden notiert.

a) Der Salzgehalt des Wassers an der Fangstation (siehe auch Tabelle A und Tafel XI).

Der Salzgehalt schwankte an der Station zwischen 2,2 und 1,0 ‰; das Maximum fand sich nur einmal in der Tiefe von 15 m (29. XII. 05), das Minimum ebenfalls nur einmal (27. VI. 06) aber an der Oberfläche.

Die Durchschnittswerte für die verschiedenen Monate und das Jahr sind für Oberfläche und 15 m Tiefe folgende:

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Durchschnitt
1905	0 m				1,4	1,2	1,1	1,1	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4 ‰ (IV. 05—III. 06)
	15 m				1,8	1,6	1,6	1,7	2,0	1,7	1,6	1,5	1,8	1,7 ‰ (" ")
1906	0 m	1,7	1,7	1,7	1,4	1,5	1,4	1,3	1,5					1,5 ‰ (IX. 05—VIII. 06)
	15 m	1,9	1,9	1,8	1,8	1,6	1,6	1,6	1,9					1,7 ‰ (" ")

Der Unterschied zwischen Oberflächen- und Tiefenwasser ist also ein nicht unbedeutender (1,4 ‰ resp. 1,5 ‰ zu 1,7 ‰ i. D.). In den Monaten Mai, Juni und Juli ist der Salzgehalt ein minimaler, im Januar, Februar, März ein maximaler. Das Tiefenwasser zeigt aber auch im August sehr hohe Werte.

Trägt man alle Werte, wie ich das auf Tafel XI getan habe, in eine Kurve ein und konstruiert Isohalinen, so gewinnt man ein überaus klares Bild von dem jahreszeitlichen Wechsel des Salzgehaltes an der Station. Es fallen sofort 3 Maxima und 2 Minima desselben auf; von

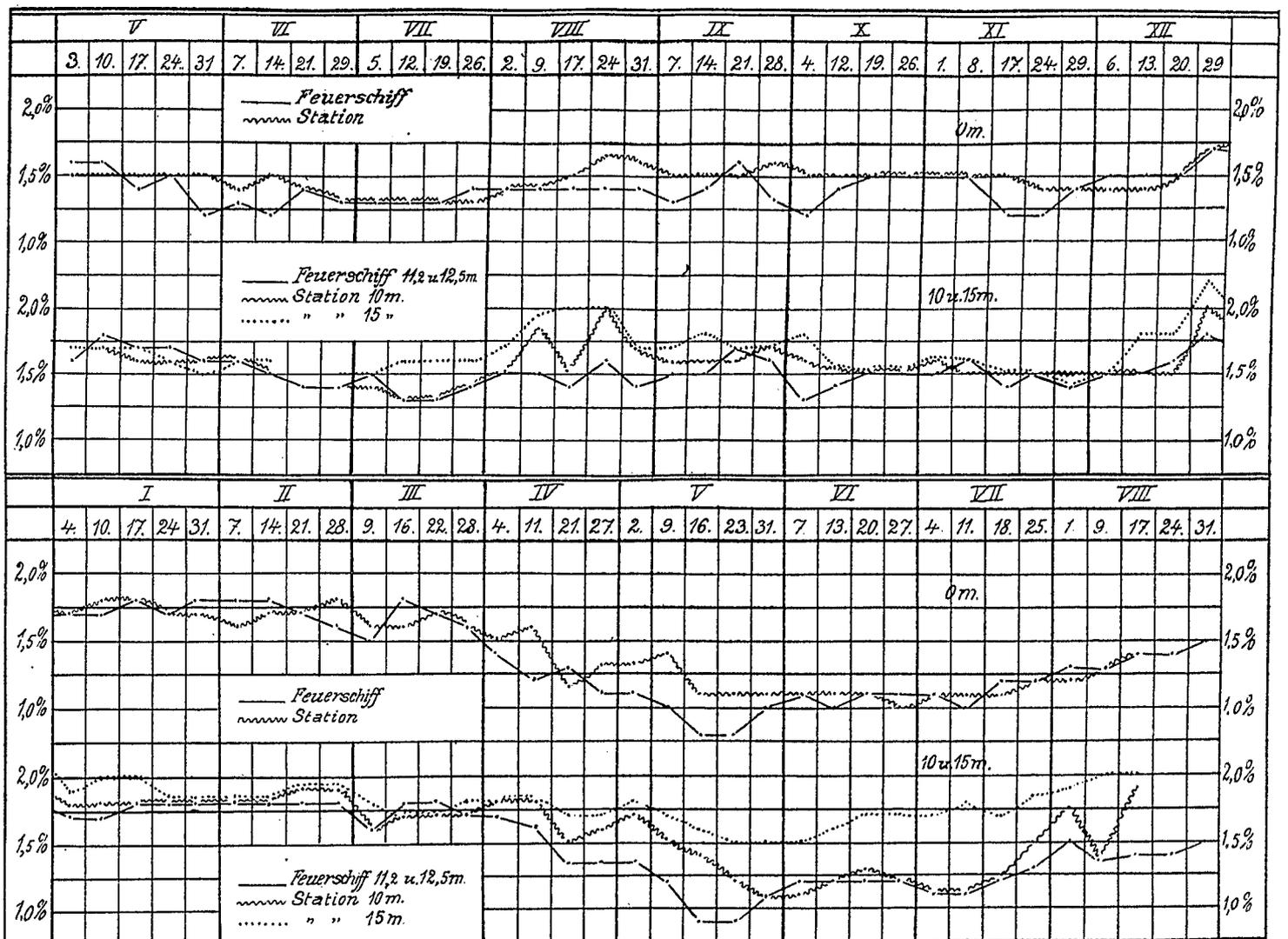


Fig. 13. Vergleich zwischen dem Salzgehalt des Meerwassers an der Position des Feuerschiffes Stollergrund-Gabelsflach und an der Station bei Laboe.

den Maxima fallen 2 in den August 1905 und 1906, 1 in den Dezember 1905; die Minima liegen im Juni und Juli 1905 und 1906. Innerhalb einer Jahresperiode würden also 2 Maxima (1 Sommer- und 1 Wintermaximum) und 1 Minimum (Juni-Juli) auftreten. Die Wiederkehr des Sommer-Maximums und des Minimums in den beiden Jahren 1905 und 1906 spricht auf den ersten Blick sehr dafür, daß hier typische Verhältnisse vorliegen. Es ist ferner bemerkenswert, daß nur im Oktober und November und an zwei Fangtagen im Mai 1905 eine gleichmäßige Höhe des Salzgehaltes die ganze Wassersäule kennzeichnet und daß das Wasser alsdann 1,4—1,6 ‰ Salz enthält, also etwa dem Durchschnittswasser des Jahres entspricht. Zu jeder anderen Zeit ruft die Differenz zwischen salzreichen Boden- und salzarmem Oberflächenwasser mehr oder weniger große Unterschiede im Salzgehalte der einzelnen Tiefenstufen hervor.

Vergleichen wir nun mit diesem Bilde die Salzgehaltbestimmungen, die zu gleicher Zeit auf dem Leuchtschiff Stollergrund und Gabelsflach außerhalb des Hafens gemacht wurden, so ergibt sich eine völlige Übereinstimmung in dem Gange des Wechsels des Salzgehaltes (Fig. 13). Der Einfachheit halber sind nur die Werte von 0 m, 10 m und vom Boden der verschiedenen Stationen (11,2 m Stollergrund, 12,5 m Gabelsflach, 15 m Laboe) verglichen und in Kurvenform aufgezeichnet. Sehr deutlich tritt ein Ende Dezember beginnendes und bis Ende März dauerndes Maximum hervor, dem ein Minimum im Mai folgt. Das Maximum liegt mit seiner ganzen Ausdehnung sowohl an der Oberfläche wie in der Tiefe oberhalb 1,5 ‰, das Minimum unter 1 ‰. Diese charakteristische Kurve kommt in den Beobachtungen durch die Leuchtschiffe sehr klar zum Ausdruck. Bei Laboe wird der Gang etwas verwickelter dadurch, daß Ausschläge der Kurve, die bei den Leuchtschiffen nur schwach entwickelt sind, hier sehr hohe werden, und zugleich verliert sie, da das Minimum weniger tief liegt, an Schärfe. Mit anderen Worten bei Laboe sind die Abweichungen der Kurve von der Normalen nach oben hin stärker, nach unten hin schwächer als auf den Leuchtschiffen. Am klarsten ist dies bei der Kurve für die Tiefe, aber auch die für das Oberflächenwasser läßt das bei genauer Beobachtung gut erkennen. Es ist also damit erwiesen, daß der Salzgehaltwechsel, wie er bei Laboe von uns festgestellt wurde, kein Ausdruck rein lokaler Verhältnisse war, sondern auch für die Außenförde Gültigkeit besitzt, aber zugleich auch, daß bei Laboe der Salzgehalt im allgemeinen etwas höher und die positiven Schwankungen des Salzgehaltes stärker, die negativen schwächer als weiter draußen gewesen sind. Dies kommt schon darin zum Ausdruck, daß die Grenzwerte bei Laboe 1,0 und 2,0 ‰ (in 0 und 10 m), bei den Leuchtschiffen 0,8—1,8 ‰ betragen. Die Durchschnittswerte für Stollergrund-Gabelsflach sind folgende:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Durchschnitt
1905 0 m					1,5	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5 ‰ (V. 05—IV. 06)
1905 11—12,5 m					1,7	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,5	1,6	
1906 0 m	1,7	1,7	1,7	1,3	0,9	1,1	1,1	1,4					1,4 ‰ (IX. 05—VIII. 06)
1906 11—12,5 m	1,8	1,8	1,7	1,5	1,1	1,2	1,2	1,4					

Eine Erklärung für diese höheren Werte bei Laboe dürfte darin zu suchen sein, daß die Leuchtschiffe auf flacherem Wasser am Rande der Bänke verankert sind, während die Station direkt im Fahrwasser lag. Es ist aber bemerkenswert, daß, wie die Kurven zeigen, selbst der bei Laboe in 10 m Tiefe gemessene Salzgehalt durchschnittlich höher ist als auf der Leuchtschiffstation und seine Kurve in gleichem Sinne abweicht wie die 15 m-Kurve.

Nachdem die wesentliche Übereinstimmung zwischen unserer Station und der Leuchtschiffstation nachgewiesen ist, können nun die Beobachtungen auf der letzteren dazu dienen, die Bewegungen des Salzgehaltes in verschiedenen Jahrgängen für unser Gebiet zu prüfen. Kohlmann hat in einer Arbeit über die Strömungen der westlichen Ostsee (Wissensch. Meeresunters., N. F., Abt. Kiel, Bd. 8, pag. 222 und 223) die auf dem Stollergrund-Feuerschiff in

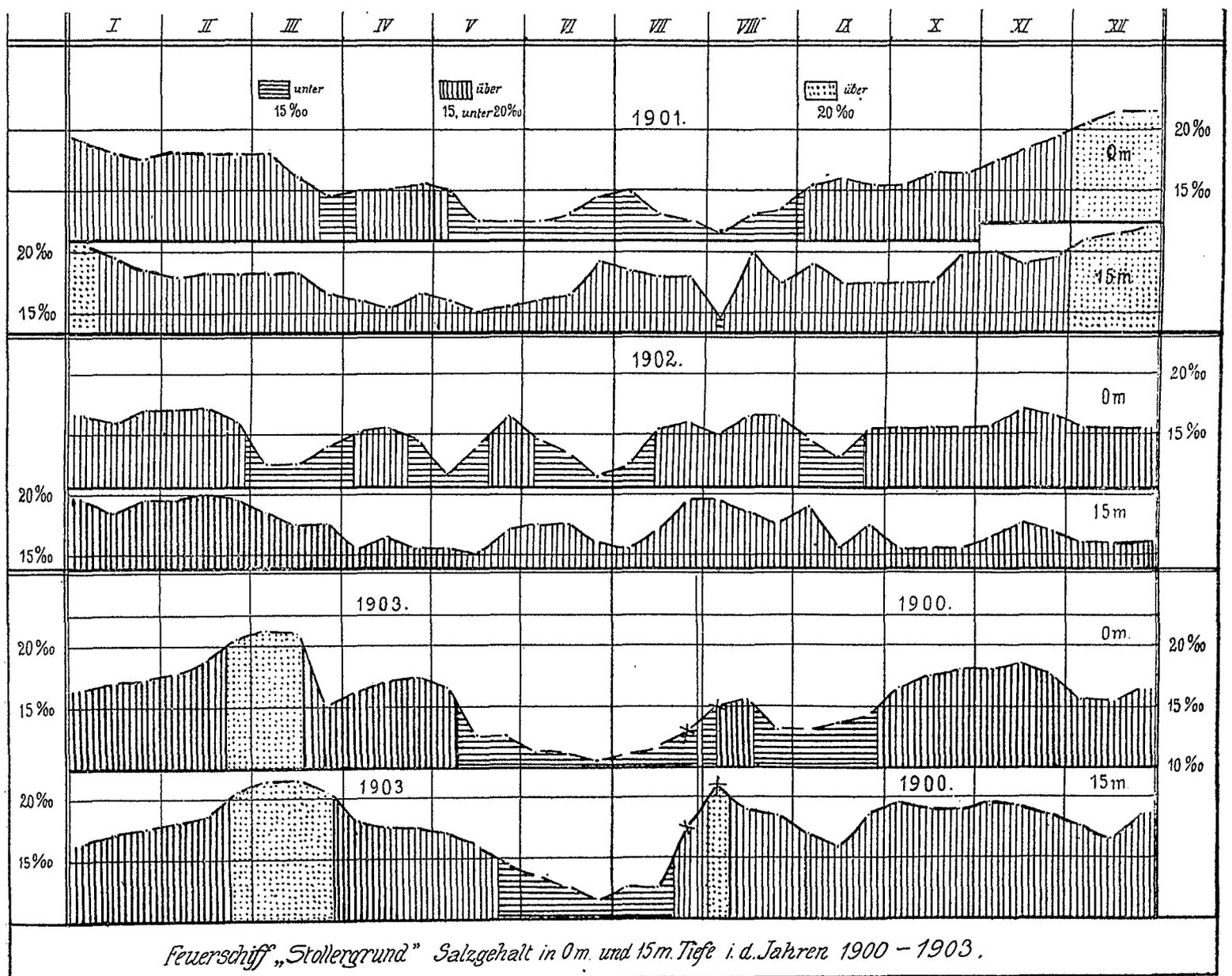


Fig. 14. Vergleich verschiedener Jahre (1901—03) nach dem auf dem Feuerschiff Stollergrund beobachteten Salzgehalt des Meerwassers in 0 und 15 m Tiefe (nach den von Kohlmann zusammengestellten Dekadenmitteln).

den Jahren 1900—03 beobachteten Salzgehaltbestimmungen verrechnet und tabellarisch zusammengestellt. Nach seinen Angaben sind die nachstehenden Kurven (Fig. 14) ausgeführt. Die einzelnen Jahrgänge weichen sehr bedeutend voneinander ab, so daß es schwer ist, eine Übereinstimmung herauszufinden. Zunächst kommen Verschiedenheiten in den Maximal- und Minimalhöhen des Salzgehaltes vor. So war 1902 das Maximum 2,0, das Minimum 1,1 ‰, 1901 dagegen betrug ersteres 2,2, letzteres 1,1, 1905/06 war der stärkste Salzgehalt überhaupt nur 1,8 ‰, der schwächste aber 0,8 ‰. Hiernach wäre also dieser Jahrgang ein außerordentlich salzärmer gewesen. Der Verlauf der Kurven zeigt überall an der Oberfläche in der Zeit zwischen Mai und September Werte unter 1,5 ‰ vorherrschend, während in den Monaten Dezember bis März die höchsten Werte, die oft 2 ‰ überschreiten, sich finden. Aber die Zeit des Sinkens des Salzgehaltes unter 1,5 ‰ ist sehr verschieden; ab und an beginnt sie bereits im März, andere Male erst im Mai, das eine Jahr dauert diese Periode bis Ende November, das andere Jahr nur bis Anfang September, und endlich treten stets während dieser Periode schwachen Salzgehaltes verschieden starke und verschieden zahlreiche plötzliche Steigerungen des Salzgehaltes auf, deren Lage sehr wechselt, deren stärkste aber im Juli oder August auftritt. In der Tiefe sind die Verhältnisse ganz ähnlich, nur sind die Werte hier sämtlich höher und die Kulationen im Juli und August noch stärker ausgeprägt.

Somit würde also das Ansteigen des Salzgehaltes im Januar und Februar zur höchsten Höhe, ebenso das Minimum des Salzgehaltes in der ersten Hälfte des Sommerhalbjahres und die Steigerung im August/September als typische, mehr oder weniger deutlich jährlich wiederkehrende Verhältnisse angesehen werden müssen.

Endlich bieten uns die Terminfahrten der Internationalen Meeresforschung Gelegenheit, den bei Laboe gefundenen Salzgehalt mit Beobachtungen zu vergleichen, die an den zwei wichtigsten Zugängen der Kieler Bucht (s. lat.): am Eingange in den Kleinen Belt (Stat. D. O. 2) und am Eingange zum Fehmarnsunde (Stat. D. O. 3) gemacht wurden.

	1. Eingang zum Kleinen Belt (Stat. D. O. 2)	2. Kieler Hafen, Laboe	3. Kieler Außenförde, Südl. Gabelsflach (Stat. D. O. 1)	4. Eingang zum Fehmarnsund (Stat. D. O. 3)
1., 2., 3. V. 05				
0 m	1,6 ‰	1,5 ‰	1,6 ‰	1,5 ‰
5 "	1,6 "	—	1,6 "	1,5 "
10 "	1,6 "	—	1,6 "	1,5 "
15 "	1,6 "	1,7 "	1,7 "	1,6 "
20 "	—	—	1,8 "	—
34 "	2,1 "	—	—	2,0 "
1., 2. VIII. 05				
0 m	1,6 ‰	1,4 ‰	1,4 ‰	1,2 ‰
5 "	1,6 "	1,4 "	1,4 "	1,2 "
10 "	1,7 "	1,5 "	1,4 "	1,6 "
15 "	2,0 "	1,8 "	1,8 "	1,6 "
20 "	—	—	2,0 "	—
34 "	2,6 "	—	—	2,8 "

	1. Eingang zum Kleinen Belt (Stat. D. O. 2)	2. Kieler Hafen, Laboe	3. Kieler Außenförde, Südl. Gabelsflach (Stat. D. O. 1)	4. Eingang zum Fehmarnsund (Stat. D. O. 3)
1., 2. XI. 05				
0 m	1,6 ‰	1,5 ‰	1,5 ‰	1,2 ‰
5 "	1,6 "	1,5 "	—	1,2 "
10 "	1,6 "	1,6 "	—	1,2 "
15 "	1,6 "	1,6 "	1,6 "	1,2 "
20 "	—	—	1,6 "	—
34 "	2,3 "	—	—	1,6 "
2., 3. II. 06				
0 m	1,9 ‰	1,7 ‰	1,8 ‰	2,0 ‰
5 "	1,9 "	1,8 "	1,8 "	2,0 "
10 "	1,9 "	1,8 "	1,8 "	2,0 "
15 "	1,9 "	1,8 "	1,8 "	2,0 "
20 "	—	—	1,8 "	—
34 "	2,1 "	—	—	2,1 "
1., 2. V. 06				
0 m	1,2 ‰	1,4 ‰	1,1 ‰	1,0 ‰
5 "	1,2 "	1,4 "	1,1 "	1,0 "
10 "	1,4 "	1,7 "	1,5 "	1,2 "
15 "	1,7 "	1,8 "	1,7 "	1,5 "
20 "	—	—	1,8 "	—
34 "	2,1 "	—	—	1,9 "
1., 2. VIII. 06				
0 m	1,2 ‰	1,2 ‰	1,2 ‰	1,1 ‰
5 "	1,2 "	1,3 "	1,3 "	1,2 "
10 "	1,5 "	1,8 "	1,8 "	1,4 "
15 "	1,9 "	1,9 "	2,0 "	1,7 "
20 "	—	—	2,0 "	—
34 "	2,6 "	—	—	2,8 "

Auch hier also finden sich im Februar die höchsten Werte des Salzgehaltes bis zur Oberfläche herauf, während in den übrigen Monaten und vor allem im Mai und August 1906 in den oberen Wasserschichten außerordentlich niedrige Werte auftreten. Zugleich stellen sich aber im August beider Jahre in den tieferen, bodennahen Wasserlagen sehr hohe Salzgehalte ein. 1905 ging der Salzgehalt weniger weit herunter.

Es sind mithin die wesentlichen Bewegungen des Salzgehaltes, wie sie bei Laboe auf unseren Fahrten festgestellt wurden, in den Jahren 1905 und 1906 in der ganzen Kieler Bucht aufgetreten. Trotz der Lage unserer Station noch innerhalb des Außenhafens von Kiel fanden wir dort also im wesentlichen dieselben Salzgehaltbewegungen, wie wir sie in irgend einem anderen, weit draußen in der Kieler Bucht gelegenen Punkte ebenfalls gefunden haben würden. Dies ist von Wichtigkeit für die Beurteilung der Planktonfänge und der Wahl Laboes als Ausgangspunktes für biologische Meeresuntersuchungen überhaupt.

In diesem, wenn auch von Jahr zu Jahr sehr schwankenden, doch nicht gesetzlosem Wechsel des Salzgehaltes kommen, wie die Untersuchungen der Hydrographen ergeben haben, die eigenartigen Strömungsverhältnisse der Ostsee zum Ausdruck. Diese werden beherrscht von der Stärke des sogenannten baltischen Stromes, der das schwachsalzige Wasser der Ostsee aus dem Ostseebecken durch die Belte und Kattegat in die Nordsee hinausführt. Dieser Strom ist im allgemeinen am stärksten in den Sommermonaten, da dann die Differenz im spezifischen Gewicht des Ost- und Nordseewassers am größten ist, während im Winter der Strom nur schwach zu sein pflegt oder sogar ganz fehlen kann (Kohlmann, loco cit. pag. 201). Als Kompensationsstrom dringt salzreiches Nordseewasser in der Tiefe in das Ostseebecken ein; auch die Stärke dieses Unterstromes zeigt naturgemäß denselben Wechsel wie der Oberstrom. Der Bodengestaltung der westlichen Ostsee entsprechend strömt die Hauptmasse des auslaufenden Oberstromes durch den Sund, die Hauptmasse des einlaufenden Unterstromes durch die Belte. In der Beltsee und speziell in der Kieler Bucht kommt die Wechselwirkung beider Strömungen aber zur schärfsten Ausbildung, während weiter östlich der Oberstrom, weiter nördlich der Unterstrom mehr und mehr die Alleinherrschaft führt. So nennt denn auch Krümmel die Beltsee die „Mischpfanne“ der Ostsee. Im einzelnen üben die Konfiguration der Küsten und des Meeresbodens einen konstanten, die Stärke und Dauer der Winde einen wechselnden Einfluß auf den Stromverlauf innerhalb der Beltsee aus und es wird durch diese verschiedenen Faktoren der Wechsel des Salzgehaltes ein äußerst mannigfacher und komplizierter.

Ein Verständnis kann also bisher nur für die allgemeinsten Erscheinungen gewonnen werden, indem wir vor allem die sehr instruktiven hydrographischen Schnitte durch Ostsee, Beltsee, Belte, Kattegat und Skagerrak heranziehen, welche in den Bulletins der Internationalen Meeresforschung in Part B. Pl. III für jede Terminfahrtperiode gegeben werden. Auf diesen Schnitten sieht man auf das Deutlichste, wie vom Februar ab das schwachsalzige Wasser (unter 1,5 ‰) aus der östlichen Ostsee nach Westen und Norden, zunächst als Oberflächenschicht vordringend, sich mehr und mehr ausbreitet und im November fast die ganze Beltsee erfüllt. Gleichzeitig schiebt sich aber auch starksalziges Wasser (über 2 ‰) von Norden her in die Beltsee vor; dieser Strom wird im Februar am wenigsten, in den folgenden Monaten immer stärker durch den an Mächtigkeit gewinnenden ausfließenden Oberflächenstrom in die Tiefe zurückgedrängt und am Vordringen nach Osten gehemmt. Es ist daher erklärlich, daß im Februar der Salzgehalt in der ganzen Wassersäule ein sehr hoher ist und in diese Zeit das Maximum des Salzgehaltes überhaupt fällt, während in der späteren Zeit das starksalzige Wasser zunächst von der Oberfläche verdrängt wird (März-April 1906 bei Laboe) und im Sommer und Herbst nur noch vorübergehend in der Tiefe über dem Boden für kurze Zeit erscheint. Diese Vorstöße des starksalzigen Wassers in die Beltsee sind von Jahr zu Jahr an Zahl, Dauer und Stärke wechselnd und ebenso schwankt die Mächtigkeit des aus der Ostsee vordringenden schwachsalzigen Wassers. Im Jahre 1905 war sie nur schwach, im Jahre 1906 hingegen hatte dieses Wasser bereits im Mai die ganze Beltsee durchsetzt und sogar in die Belte Wasser von weniger als 1 ‰ Salzgehalt geführt. Im August war aber auch 1906 diese

abnorme Ausdehnung so schwachsalzigen Wassers nach Westen wieder geschwunden und dasselbe wie 1905 bis zum Fehmarnsund zurückgedrängt.

Es würde sich somit ergeben, daß auf unserem Salzgehalt-Profil 1905/1906 ein sehr frühzeitiges Erscheinen des schweren salzigen Wassers (über 1,7 ‰) Ende Dezember angezeigt wird und dieses Wasser darauf bis Anfang März die ganze Wassersäule erfüllt. Im März, April und Anfang Mai wird es dann von der Oberfläche und schließlich auch aus der Tiefe verdrängt, während seine Stelle immer schwächer salziges Wasser (bis unter 1 ‰) einnimmt. Anfang Juni ist diese schwachsalzige Schicht am mächtigsten, Ende Juni ist der Salzgehalt an der Oberfläche am tiefsten gesunken. Im Juli erscheint zuerst am Boden schweres, salziges Wasser, das allmählich und ruckweise an Mächtigkeit und Salzgehalt gewinnt. 1905 ist der Verlauf ganz ähnlich: Mitte Mai verschwindet das starksalzige Wasser des Winters auch am Meeresboden vollständig, Anfang Juni tritt zuerst an der Oberfläche schwachsalziges Wasser (unter 1,4 ‰) auf, das dann Ende Juni und im Juli sich mächtig entwickelt und Mitte Juli die größte Tiefe und den geringsten Salzgehalt aufweist. Anfang August stellt sich am Boden schweres salziges Wasser ein und gewinnt wie 1906 schubweise an Mächtigkeit und Schwere, bis es im Anfang Oktober wieder verschwindet. Im Oktober und November zeigt dann das Wasser einen sehr gleichmäßigen Salzgehalt von 1,4—1,6 ‰ von der Oberfläche bis zum Boden; nur ganz geringe Vorstöße des starksalzigen Wassers deuten sich in der Zunahme des Salzgehaltes am Boden am 1. und 8. November an; ebenso ist eine Wirkung des Oberstromes im November und Dezember durch eine leichte Abnahme des Salzgehaltes in den oberen Wasserschichten zum Ausdruck gekommen.

Während also die Verhältnisse, wie sie das Profil im Wechsel von stark- und schwachsalzigem Wasser zeigt, als durchaus typisch für die ganze Beltsee angesehen werden müssen, wird die Dauer jeder einzelnen Periode, ihr Eintritt, ihr Ende, die Zahl der Vorstöße und die Mächtigkeit, welche ihre Wassermasse erreicht, von Jahr zu Jahr wechseln, wie das ja auch schon für die Periode des schwachsalzigen Wassers das Profil sehr deutlich zeigt.

Zum Schluß bleibt noch zu erwägen, ob die in diesem Wechsel des Salzgehaltes zum Ausdruck kommende Bewegung des Ostseewassers auch direkt in den beobachteten Strömungen sich nachweisen ließ und welche Schnelligkeit denselben beizulegen ist. Bei Laboe wurde in dem Jahre August 1905 bis August 1906 an 52 Fangtagen 26 mal ausgehende Strömung in den oberflächlichen Wasserschichten konstatiert; sie nahm stets mit der Tiefe rapide ab, wurde aber am 20. XII. 05 noch bis 3 m hin nachgewiesen. Eine Beziehung zu dem Salzgehalt war nur am 27. Juni naheliegend, da hier der schwächste überhaupt von mir beobachtete Salzgehalt vorkam und möglicherweise auf den Einfluß von Swentinewasser zurückgeführt werden konnte. Einfließender Strom wurde nur 8 mal wahrgenommen, meistens war auch er ein oberflächlicher. Nur am 24. VIII. 05 war deutlich ein ausfließender oberer und ein einfließender unterer Strom nachweisbar; die Grenze lag bei 7 m Tiefe. Wie das Profil zeigt, war an diesem Tage vom Boden bis zu 5 m hinauf starksalziges Wasser bei Laboe und man hätte die Strömungsdifferenzen also hiermit in Verbindung bringen können. Aber da bei stark bewegter See ein heftiger SW. wehte, der das Wasser aus dem Hafen hinaustrieb, so wird der Unterstrom nur als Kompen-

sationsstrom für das oberflächlich hinausgetriebene Wasser zu betrachten sein. An 16 Tagen wurde überhaupt kein Strom wahrgenommen, an 2 Tagen war eine unregelmäßige Strömung vorhanden. Wie Kohlmann speziell für die Kieler Bucht nachgewiesen hat und auch Krümmel für die westliche Ostsee hervorhebt, beherrschen die Luftströmungen überhaupt die Bewegungen des Wassers in den einzelnen Abschnitten derselben vollkommen und daher sind diese einem großen Wechsel unterworfen. Unsere Station aber war für derartige Beobachtungen ganz besonders ungünstig, da ihrer Lage nach nur ein- und ausströmende Bewegungen auftreten konnten, bei beiden Richtungen aber nur zum Ausdruck kommen konnte, ob von dem freien Wasser der Kieler Bucht aus Wasser in den Hafen hinein- oder umgekehrt aus dem Hafen Wasser hinausgetrieben wurde. Beides aber wird wesentlich durch die Winde bestimmt. Es konnte von vornherein zweifelhaft sein, ob nicht die Steigerung und Abnahme des Salzgehaltes im Hafen wesentlich hierdurch bestimmt würde; aber nachdem sich herausgestellt hat, daß diese Verhältnisse für den ganzen Meeresabschnitt gelten und nicht bloß lokale Gültigkeit haben, ist diese Annahme ausgeschlossen.

Über die Intensität der Strömungen haben wir keine eigenen Beobachtungen angestellt; es liegen aber von den Terminfahrten der internationalen Meeresforschung einzelne Bestimmungen aus der Kieler Bucht vor, die als Anhaltspunkte dienen können. Es wurde gefunden im Maximum eine Schnelligkeit von 40 cm in 1'', als Minimum 2 cm in 1''. Daraus würde sich berechnen, daß in 24 Stunden eine Wasserversetzung von 1,7—34,6 km stattfinden könnte. Fast gleiche Werte ergaben regelmäßige Strommessungen, die auf dem Feuerschiff Stollergrund-Gabelsflach während der Zeit der Untersuchungen in Laboe ausgeführt wurden: im Maximum 32,8 km, im Minimum 1,3 km in 24 Stunden. Da unsere Station rund 40—45 km in gerader Linie vom Alsen- oder Langelandssunde entfernt liegt, so würde daher der schnellste Transport auf diesem Wege noch immer ca. 30 Stunden in Anspruch nehmen. Nun geht aber der Weg des in die Kieler Bucht einfließenden und ausströmenden Wassers am Nordrande derselben südlich der dänischen Inseln entlang, während in der Kieler Bucht selbst ein Zirkelstrom sich ausbildet, wie das Kohlmann (loc. cit. pag. 204) wahrscheinlich gemacht hat. Das Ergebnis würde also eine gründliche Durchmischung des Wassers innerhalb der Kieler Bucht sein und eine beträchtliche Verlängerung des Weges, den ein Wasserteilchen vom Alsensund oder Langeland- oder Fehmarnsund bis zur Kieler Förde zurückzulegen hat. Bei der Abhängigkeit der Strömungen im übrigen von den meteorologischen Verhältnissen ist daher eine nachweisbare Abhängigkeit des Planktongehaltes der verschiedensalzigen Wasserschichten von ihrer Herkunft aus den Belten oder der östlichen Ostsee kaum noch zu erwarten.

b) Temperatur des Wassers.

Weit einfacher als der Salzgehalt stellt sich ihrer jahreszeitlichen und vertikalen Verteilung nach die Temperatur des Wassers. Naturgemäß erfolgt im Sommer eine starke Erwärmung von der Oberfläche aus, die mehr oder weniger weit in die Tiefe dringt. Umgekehrt wird im Herbst und Winter das Wasser von der Oberfläche her abgekühlt und ruft, da es durch die Abkühlung schwerer geworden niedersinkt, sehr schnell eine gleichmäßige Abkühlung der ganzen Wasser-

masse herbei. Wie das Profil auf Tafel XI zeigt, üben aber auch auf die Wärmeverteilung die Vorstöße des schweren, salzigen Unterstromes im Sommer einen modifizierenden Einfluß aus, indem dies Wasser seine eigene, niedrigere Temperatur mitbringt und dadurch sehr große Differenzen zwischen den stark erwärmten oberen Wasserschichten und dem relativ kalten tieferen Wasser herbeiführt. Die Isothermen und die Isohalinen zeigen daher in dieser Zeit in den Tiefen von 15—10 und selbst 5 m einen fast gleichen Verlauf. Das starksalzige Wasser des Winters wirkt weit weniger auffällig; es ruft nur eine leichte Katothermie hervor, indem es eine etwas höhere Temperatur besitzt als das von der Luft her stark abgekühlte Oberflächenwasser. Charakteristisch für unser ganzes Gebiet der Kieler Bucht ist wie beim Salzgehalt das stoßweise oder schubartige Auftreten starker Schwankungen, die eben in den komplizierten Strömungsverhältnissen begründet sind.

Die Minimaltemperatur, die während der Beobachtungszeit gefunden wurde, war 1,3° am 4. I. 06, die höchste Temperatur 20,7° am 1. VIII. 06. Die Differenz der extremen Werte betrug also nicht weniger als 19,4°. Mit der Tiefe nahm der Abstand von Minima und Maxima in folgender Weise ab:

0 m	1,3° — 20,7°	Diff. 19,4°
5 m	1,3° — 18,6°	„ 17,3°
10 m	1,6° — 18,6°	„ 17,0°
15 m	1,6° — 14,7°	„ 12,9°

Die Temperaturdifferenz zwischen 0 und 15 m zeigte folgenden charakteristischen Wechsel:

	V 05	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I 06	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Maximal-Diff.	6,0°	5,3°	7,4°	6,4°	0,8°	1,5°	1,1°	1,7°	2,3°	0,2°	1,4°	3,3°	6,8°	12,1°	10,3°	11,7°
Minimal- „	1,6°	4,7°	3,9°	0,4°	0,2°	0,2°	0,2°	0,9°	0,1°	0,0°	0,0°	1,5°	3,3°	5,4°	7,7°	7,5°

Völlige Gleichheit der Temperatur in 0 und 15 m kam also nur im Februar und März zur Beobachtung; die stärkste Verschiedenheit, die zwischen Oberfläche und 15 m gefunden wurde, betrug nicht weniger als 12,1° (20. VI. 06).

Bei diesen großen Temperaturunterschieden, die in der kurzen Wassersäule von nur 15 m Länge auftreten, ist es von Wert, die Durchschnittstemperaturen für die ganze Wasserschicht in den einzelnen Monaten zu kennen, um einheitliche Vergleichswerte für die Erwärmung des Wassers zu haben. Dieselben sind durch Interpolation und dieselbe Berechnungsart gefunden, die auch zur Feststellung der Durchschnittszahl der Planktonindividuen aus den einzelnen Schöpfproben angewandt wurde und Seite 187 erläutert ist.

	VI 05	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I 06	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0—15 m	14,0°	17,0°	15,6°	14,4°	10,3°	6,5°	4,3°	2,5°	1,8°	2,5°	4,1°	9,0°	13,2°	15,5°	14,2°

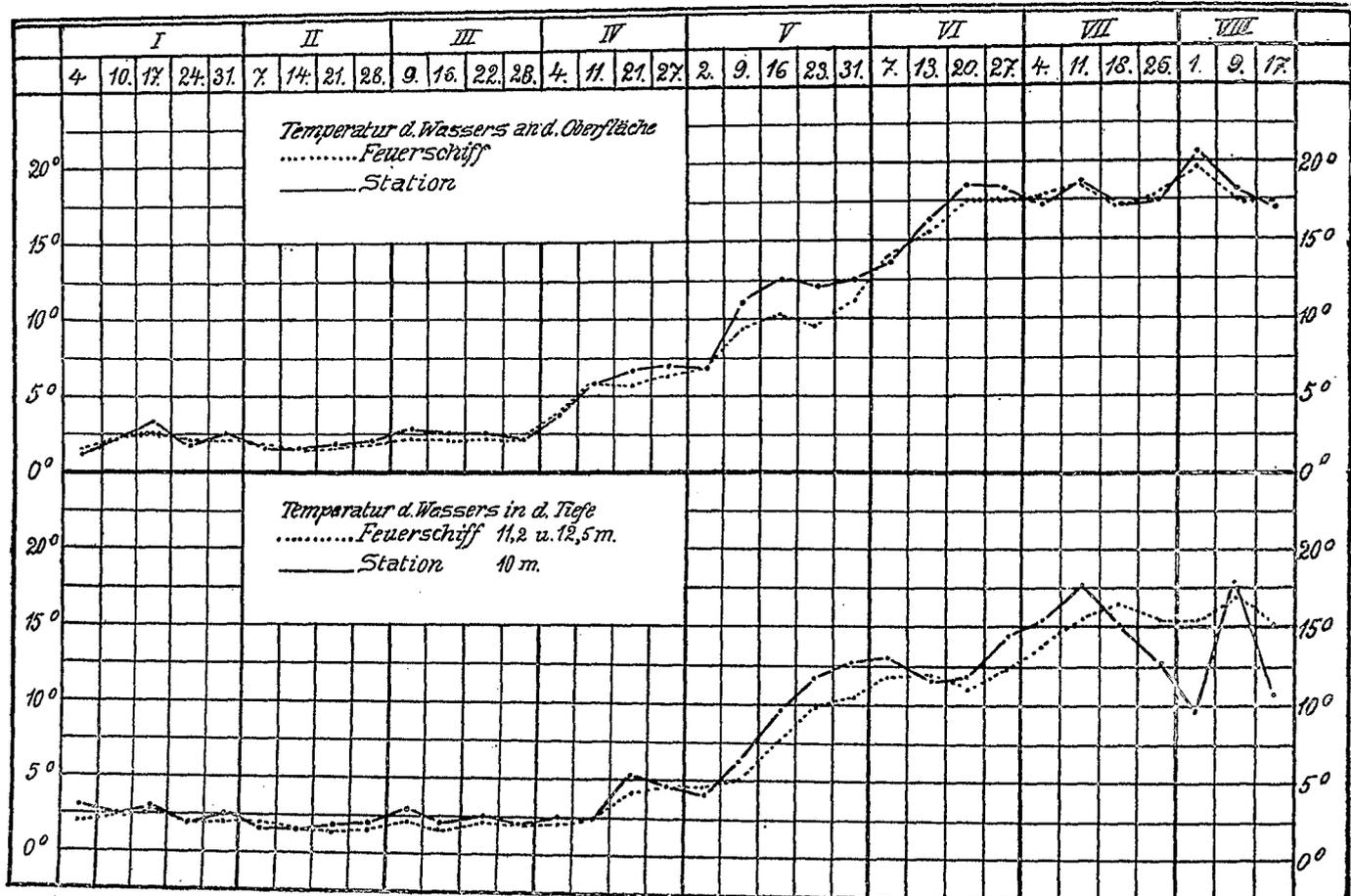


Fig. 15. Vergleich der Wassertemperatur an der Position des Feuerschiffes Stollergrund/Gabelsflach und an der Station bei Laboe.

Um lokale Einflüsse festzustellen, habe ich auch hier die gleichzeitigen Beobachtungen auf den Leuchtschiffen Stollergrund/Gabelsflach zum Vergleich herangezogen. Die Kurven für die Temperatur in 0 m und 10—12,5 m sind ihrem Verlaufe nach völlig gleich und auch in der Höhe kommen nur ganz geringe Differenzen vor. Im allgemeinen ist das Wasser bei Laboe, wie zu erwarten war, etwas stärker erwärmt; im Winter ist der Unterschied sehr gering, in der Zeit rasch zunehmender Erwärmung wird derselbe stärker. Trotzdem beträgt er für 0 m durchschnittlich nur $0,5^{\circ}$, für die Tiefe von 10—12,5 m rund $0,7^{\circ}$. Hier in den tieferen Wasserschichten bewirkt aber die stärkere Ausbildung des salzreichen, kühleren Bodenwassers an unserer Station, daß für den August in beiden Jahren die Wasserwärme bei den Leuchtschiffen höher bleibt als bei Laboe, und zwar um $1,3$ — $3,2^{\circ}$. Dies ist die größte Abweichung beider Kurven voneinander, die aber in den Strömungsverhältnissen ihre Erklärung findet. Ich gebe die charakteristischen Temperaturkurven für die Zeit vom Januar—August 1906 (Fig. 15); für 1905 sind die Verhältnisse genau die gleichen.

Die höchste auf den Leuchtschiffen in unserer Beobachtungszeit gemessene Temperatur betrug für 8 Uhr morgens $20,0^{\circ}$ (3. VIII. 05), für 1 Uhr mittags $20,3^{\circ}$ (4. VIII. 06), die niedrigste Temperatur war für beide Tageszeiten $1,4^{\circ}$ (15. II. 06). Beide extremen Messungen lagen also für die Morgenstunde, die allein einen Vergleich mit den Messungen bei Laboe zuläßt, $18,6^{\circ}$ auseinander, $0,8^{\circ}$ weniger als die bei Laboe beobachteten Maximal- und Minimalwerte.

Die täglichen Schwankungen der Wassertemperatur, die aus den regelmäßigen Ablesungen der Feuerschiffe am Morgen um 8 Uhr und mittags um 1 Uhr sich ergeben, sind zum Teil recht bedeutende und zwar nicht nur an der Oberfläche, sondern selbst in 11—12,5 m Tiefe. Am schwächsten sind sie in der Zeit vom Dezember bis März ($0,5^{\circ}$ im Maximum), am stärksten von Mai bis August ($5,6^{\circ}$ im Maximum), wie die nachstehende Zusammenstellung der Maximalabweichungen für jeden Monat zeigt:

	IV 05	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I 06	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0 m	1,0°	4,8°	2,0°	1,2°	1,2°	0,8°	0,7°	0,5°	0,2°	0,4°	0,2°	0,4°	1,1°	1,7°	1,2°	1,6°	0,8°
11—12,5 m	0,6°	2,2°	1,4°	0,9°	1,5°	0,5°	0,6°	1,1°	0,3°	0,5°	0,2°	0,1°	0,7°	0,8°	2,2°	5,6°	4,0°

Daneben kommen in allen Monaten Tage vor, an denen morgens und mittags gar keine Differenz beobachtet wurde.

Eine Jahresschwankung von $19,4^{\circ}$, eine maximale Temperaturdifferenz an einem Tage zwischen 0 und 15 m Tiefe von $12,1^{\circ}$ und eine größte tägliche Wärmeschwankung von $5,6^{\circ}$ innerhalb 5 Stunden kennzeichnen den großen Wechsel, dem die Wasserwärme in der Kieler Bucht unterworfen ist. Er wird lokal bald etwas größer, bald etwas geringer sein, im großen und ganzen wird sich aber überall dasselbe Bild finden.

c) Durchsichtigkeit des Wassers und Tageshelligkeit.

Um die Belichtungsverhältnisse des Wassers festzustellen, wurde regelmäßig eine kreisrunde weiße Scheibe, wie sie auch auf den internationalen Meeresuntersuchungen gebraucht worden ist, versenkt und die Tiefe bestimmt, in welcher dieselbe eben nicht mehr sichtbar war. Wie bekannt, ist diese Methode eine sehr ungenaue, da viele subjektive und objektive Einflüsse das Resultat erheblich beeinflussen. Die augenblickliche Bewölkung und der Zustand der Wasseroberfläche ändern die Sichtbarkeit sehr; in hohem Grade wird die Sichttiefe naturgemäß durch die Menge der im Wasser schwebenden Partikelchen bestimmt, unter denen neben den Planktonorganismen hier im Küstengebiet Detritus eine große Rolle spielt. Es kann daher nicht Wunder nehmen, wenn die so erhaltenen Werte außerordentlich variabel sind; irgend eine Gesetzmäßigkeit läßt sich in ihrem Wechsel nicht erkennen. Ich gebe nachstehend eine Übersicht derselben:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Grenzwerte m	4—7	5,5—7,5	4—5,2	2,5—4,5	5,3—7,7	4—9	5,2—6	2—8	5,5—7,7	5—5,5	2,5—5,7	5,7—8,5
Durchschnitt m	5	7	5	4	6	6	6	4	6	5	4	7
Maximalwert m	7	7,5	5,2	4,5	7,7	9	6	8	7,7	5,5	5,7	8,5
Plankton-Rechen- volumen . cmm	16—39	13—21	13—36	25—105	46—142	39—151	52—88	33—217	99—196	60—114	32—123	33—42
Monatsmittel daraus . .	26	18	26,5	52,5	96	84	71,5	111	149	75,5	63	36
Setzvolumen. Schlauch ccm	2	2,0	3,5	60,5	25,5	5,0	3,5	8,0	40	9,2	3,5	2,0

Die größte Sichttiefe betrug demnach 9 m (7. VI., bei spiegelglatter See und klarem Wetter), die geringste Sichttiefe war 2 m (31. VIII; klar, glatte See, aber etwas Dünung.) Auf den Terminfahrten der internationalen Meeresforschung wurden in der Kieler Bucht Werte zwischen 7 und 12,5 m gefunden; die Durchsichtigkeit des Wassers war weiter draußen also erheblich größer; wie viel Anteil hieran aber die geringere Menge des Detritus oder des Planktons hat, läßt sich natürlich bis jetzt nicht feststellen.

Von sehr viel größerer Bedeutung ist zweifellos die Menge des Sonnenlichtes, die in den verschiedenen Jahreszeiten auf die Meeresfläche fällt. Direkte Messungen hierüber fehlen. Es hat aber Weber seit einer Reihe von Jahren die Menge des Lichtes gemessen, die bei Kiel zur Mittagsstunde auf eine horizontale, dem vollen Tageslichte ausgesetzte Fläche trifft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein Bd. X, pag. 77—94, Bd. XI, pag. 48 und Bd. XIII, pag. 97—114 mitgeteilt und umfassen bis jetzt 13 Jahre. Da auch diese Werte in hohem Grade von den wechselnden Beleuchtungsverhältnissen abhängig sind, um so mehr als täglich nur während einer kurzen Zeit beobachtet werden konnte, geben die einzelnen Tagesbeobachtungen keine brauchbaren Werte für die Belichtung, die gerade während dieses Tages herrschte und es wird daher

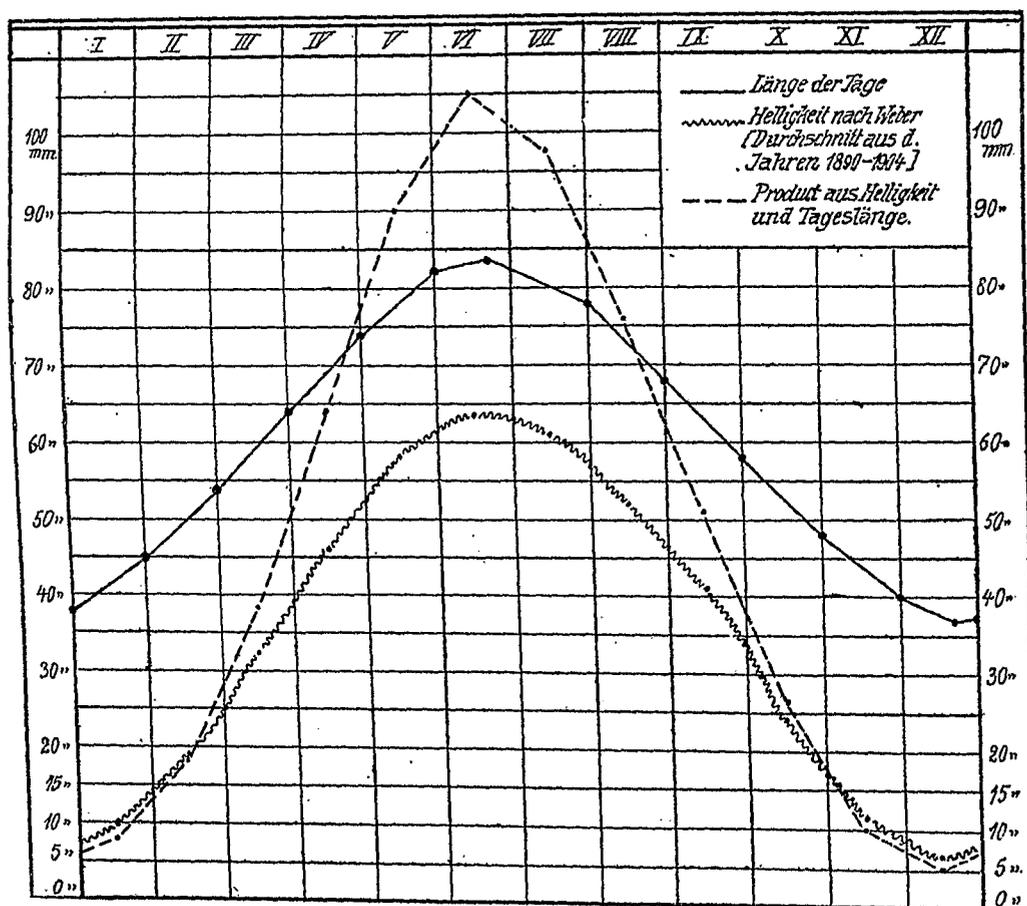


Fig. 16. Kurven zur Darstellung des Wechsels der Belichtungsstärke im Jahr.

Tageslänge: 1 Stunde = 5 mm; Helligkeit: 1 Einheit = 1 mm; Produkt aus Helligkeit und Tageslänge 10 Einheiten = 1 mm.

nötig, möglichst lange Zeiträume umfassende Durchschnittswerte zu verwenden, um die Zufälligkeiten der Einzelbeobachtung auszuschalten. Nun geben schon die Monatsmittel der einzelnen Jahre dem allgemeinen Gange nach nur wenig voneinander abweichende Jahreskurven, indem die Belichtungsstärke ihr Maximum im Juni, ausnahmsweise auch erst im Juli erreicht und im Januar am schwächsten ist. Ansteigen und Abfallen findet ohne erhebliche Schwankungen statt. In nebenstehender Figur habe ich nun die Kurve gegeben, die die Durchschnittswerte aus allen Beobachtungsjahren (13 Jahre) liefert und die schon einen sehr regelmäßigen Verlauf zeigt.

Nun ist klar, daß diese nur für die Mittagszeit gültige Belichtungsstärke allein keinen Maßstab für die während eines längeren Zeitabschnittes das Meer treffende Lichtmenge abgeben kann, da die Tageslänge wechselt. Man würde also erst aus dem Produkt von Belichtungsdauer und Belichtungsstärke Werte erhalten, die uns den Wechsel in der der Meeresfläche zugeführten Lichtmenge anzugeben vermöchten. Es zeigt sich nun aber, daß die Tageslänge, wenn man auch ihre monatlichen Durchschnittswerte berechnet, eine der mittäglichen Belichtung fast vollständig parallel gehende Kurve ergibt, was ja auch erklärlich ist, da die Lichtmenge, die auf eine horizontale Fläche trifft und die Tageslänge von dem Stande der Sonne über dem Horizont abhängig sind; nur steigt die Belichtungsstärke steiler an und fällt ebenso steiler ab; auf dem Gipfel ist die Form aber ganz gleich. Das Produkt aus Belichtungsstärke und Tageslänge kann daher auch nur eine im Verlauf gleiche Kurve geben, die jedoch noch rapider ansteigt und fällt, wie das die beistehende Figur (Fig. 16) zeigt. Der Unterschied zwischen Winter- und Sommerzeit wird also hierdurch weit stärker zum Ausdruck gebracht. Ich gebe hier die auf diese Weise erhaltenen Werte für die einzelnen Monate des Jahres:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1a. Tageslänge Std.	8,3	9,8	11,8	13,9	15,6	16,6	16,1	14,6	12,6	10,6	8,8	7,8
1b. XII = 1,0 . . .	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,1	2,1	1,9	1,6	1,4	1,1	1,0
2a. Helligkeit . . .	9,5 ¹⁾	18,9	32,5	46,2	57,8	63,3	60,7	52,2	40,8	24,3	11,1	6,5
2b. XII = 1,0 . . .	1,5	3,0	5,0	7,0	9,0	10,0	9,5	8,0	6,0	4,0	2,0	1,0
3a. Produktausl.u.2	79,3	185,3	382,9	641,5	902,5	1050,8	976,5	762,1	514,7	257,6	98,2	51,1
3b. XII = 1,0 . . .	1,5	3,5	7,5	12,5	17,5	20,0	19,0	15,0	10,0	5,0	2,0	1,0

Am meisten beachtenswert dürften die Verhältniszahlen sein (1b, 2b, 3b), welche ausdrücken, wieviel mal größer Tageslänge oder Helligkeit oder das Produkt beider sind als die gleiche Größe in dem lichtärmsten Monate Dezember. Es zeigt sich dabei, daß im Juni die Tageslänge 2mal, die mittägliche Helligkeit 10mal so groß ist, die gesamte Lichtmenge also, wenn dieser gleiche Abstand in der Helligkeit den ganzen Tag hindurch anhielte, 20mal stärker sein müßte.

Die Wirkung dieses Wechsels der Lichtmenge, die wie auf dem Lande so natürlich auch auf dem Wasser zur Geltung kommt, tritt einmal in der wechselnden Erwärmung des Meeres hervor, muß aber ferner auch notwendigerweise für die Lichtmenge, die in das Wasser eindringt,

¹⁾ Einheiten von 1000 m Kerzen (Weber, loc. citat. pag. 102).

maßgebend sein. Würden daher ebenso regelmäßige und tägliche Beobachtungen hierüber in den einzelnen Wasserschichten angestellt, was dringend notwendig erscheint, so würde man mit großer Wahrscheinlichkeit Kurven erhalten, die, abgesehen von der Höhe, mit den für das Land konstruierten Kurven völlig übereinstimmen. Die Höhe aber würde mit der Tiefe rapide abnehmen, da mit dieser nicht nur die Helligkeit, sondern auch die Tagesdauer sich verringert und zwar in einem derartigen Grade, daß nach den interessanten Untersuchungen des Fürsten von Monaco mit Regnard's Apparaten auf der Rhede von Funchal der Tag Ende März in 20 m Tiefe nur noch 11 Stunden, in 30 m Tiefe nur 5 Stunden und in 40 m sogar nur 15 Minuten währte! Bei dem Einfluß, den in noch stärkerem Grade als auf dem Lande Bewölkung und Witterung auf die Lichtzufuhr im Wasser hat, indem jede Erregung der lichtaufnehmenden Oberfläche dieselbe auf das stärkste ändert, ist es daher nicht zu verwundern, wenn so vereinzelt und mit ganz unvollkommenen Apparaten ausgeführte Sichtbarkeitsmessungen, wie sie die an jedem Fangtage angestellten Versuche mit der weißen Scheibe sind, zu keinerlei brauchbarem Resultate führen und den buntesten Wechsel der Durchsichtigkeit zeigen. Für die einzelnen Helligkeitsmessungen auf dem Lande gilt ganz das gleiche; so finden sich z. B. im hellsten Monate Juni Werte von 7,2—173,9 verzeichnet usw. Nur eine sehr große Anzahl von Beobachtungen kann hier erst zur Elimination der vielen Zufälligkeiten führen, die den Einzelbeobachtungen anhaften und das Hervortreten der Gesetzmäßigkeiten hindern. Für unsere Zwecke würden daher in der Tat nur die Weber'schen Untersuchungen brauchbar sein.

d) Die Pflanzennährstoffe im Meerwasser.

Während der internationalen Terminfahrten sind auf Veranlassung von K. Brandt die Mengen des Stickstoffes, der Kieselsäure und der Phosphorsäure im Meerwasser der Kieler Bucht von Raben bestimmt.

Leider betreffen diese Untersuchungen, da die Terminfahrten Jahr für Jahr in den gleichen 4 Monaten ausgeführt werden, nur den Gehalt des Wassers im Februar, Mai, August und November und können daher kaum mehr als erste Anhaltspunkte geben. Zu einem Vergleich mit der Entwicklung des Planktons im Laufe des Jahres wären naturgemäß weit häufiger ausgeführte Untersuchungen in allen Monaten nötig. Für den Stickstoffgehalt des Meeres wurden solche regelmäßigen Untersuchungen im Anschluß an meine wöchentlichen Fahrten von Gebbing ausgeführt und zwar in der Art, daß die eine Woche eine Wasserprobe aus 5 m, die andere Woche eine solche aus 15 m Tiefe untersucht wurde.

Was bis jetzt an Bestimmungen über die Pflanzennährstoffe in unserem Meeresgebiete vorliegt, ist kurz zusammengefaßt folgendes:

Phosphorsäure fand Raben (Brandt, *L'Exploration de la mer, Rapports III, pag. 12, 1905*) in 1 Liter Oberflächenwasser der Ostsee 0,140—1,460 mgr und zwar im Februar und Mai 0,140—0,250 mgr, im Herbste bis 1,460 mgr. Hiernach würde das Wasser also im Herbste sehr viel reicher an Phosphorsäure sein als im Winter und Frühjahr, worauf auch Brandt besonders hinweist.

Etwas reicher sind die Kieselsäure-Bestimmungen. Für das Gebiet der Kieler Bucht und für 1 Liter Oberflächenwasser fand Raben nachstehende Werte:

	II. 04	III. 04	V. 04	VIII. 04	XI. 03
Stat. D. O. 1 0 m . .	0,080	—	0,064	0,078	1,033 mgr
18—19 m	0,083	—	0,064	0,107	1,066 „
Heulboje 0 m . .	—	0,083	—	—	— „

In der freien Ostsee werden von Raben im Oberflächenwasser pro Liter nachgewiesen:

	II	V	VIII	XI
1902	?	?	1,037	1,260 mgr
1903	1,450	0,650	0,930	1,084 „
1904	1,015	0,655	0,926	1,160 „

In beiden Gebieten fällt demnach der Mai in die an Kieselsäure ärmste Zeit; der November ist in beiden Meeresteilen sehr reich daran, aber während in der Kieler Bucht 1904 der Februar bereits viel weniger Kieselsäure zeigt, hat im freien Wasser 1903 der Kieselsäuregehalt hier auch gegenüber dem November zugenommen. Sehr bemerkenswert ist aber, daß in demselben Jahre, in welchem in der Kieler Bucht der Februar arm an Kieselsäure war (1904), dasselbe auch in der freien Ostsee der Fall war; an beiden Orten war in dieser Zeit (1903/04) der November der reichste Monat und der Februar zeigte eine sehr erhebliche Abnahme:

1 Liter Oberflächenwasser	XI. 03	II. 04	Differenz
Kieler Bucht . . .	1,033	0,080	0,9953 mgr
Freie Ostsee . . .	1,084	1,015	0,0069 „

Allerdings war die Abnahme in der Kieler Bucht eine sehr viel stärkere. Auf keinen Fall also kann der Wert 1,015 für den Februar 1904 seiner Abnormität wegen ausgeschaltet werden, wie das Brandt vorschlägt (Rapports III, Anlage D, pag. 10); vielmehr müssen erst die nächsten Jahre entscheiden, welches Verhalten das normale ist, daß der November oder daß der Februar den maximalen Kieselsäuregehalt zeigt.

Man wird wohl zunächst annehmen können, daß im allgemeinen der Mai arm, der Sommer reicher und der Winter sehr reich an Kieselsäure ist; das Verhalten des Stickstoffs wird uns aber zeigen, daß man offenbar recht vorsichtig sein muß, aus Untersuchungen, die nur 4 Monate des ganzen Jahres betreffen, Schlüsse auf eine Periodizität zu ziehen.

Über den Ammoniak-Stickstoff sind von Raben nach vergifteten Wasserproben, die während der internationalen Terminfahrten gesammelt wurden, nachstehende Angaben gemacht:

In der Kieler Bucht wurden an den 3 Stationen (D. O. 1, 2, 3) im Liter Oberflächenwasser nachgewiesen an N.¹⁾

	D. O. 1	D. O. 2	D. O. 3		D. O. 1	D. O. 2	D. O. 3
1903 II	0,241	0,109	0,113	1904 II	0,264	0,185	0,262 mgr
V	0,267	0,087	0,103	V	0,203	0,230	0,216 „
VIII	0,291	0,212	0,302	VIII	0,128	0,128	0,124 „
XI	0,276	0,183	0,232	XI	0,114	0,109	0,103 „

Hier treten also recht starke Differenzen zwischen den einzelnen Stationen hervor; sehr viel stärker im Jahre 1903 als 1904, was sehr wohl auf der Vervollkommnung der Methode beruhen kann, die von Februar 1904 ab eintrat (cfr. Raben, W. M. Bd. VIII, pag. 97). Es sind also die Angaben für 1904 zuverlässiger. Merkwürdig bleibt indessen, daß 1903 das Maximum des Stickstoffgehaltes in den August fiel und der Februar durchgehend noch niedrigere Werte zeigte als der November, während 1904 gerade der Februar der reichste Monat war, und Mai, August, November fortschreitend ärmer waren. Es ist dies Verhalten um so bemerkenswerter, als die in der gesamten Ostsee gefundenen Werte, die von 12—15 verschiedenen Stationen stammen, ganz dieselbe Verschiedenheit beider Jahrgänge zeigen, wie untenstehende Tabelle erkennen läßt. Hier tritt sogar der Februar 1905 wiederum mit so kleinen Werten auf, daß die Vermutung nahe liegt, es würde dieses dritte Jahr wieder ähnlich wie 1903 sich gestalten. Es kommen also erhebliche Schwankungen im Gang der Stickstoffkurve von einem Jahr zum andern vor und bis jetzt läßt sich nicht erkennen, welcher Gang der herrschende sein wird, ob das Maximum im Sommer oder im Winter erreicht wird.

Die von Gebbing während unserer wöchentlichen Fahrten ausgeführten Untersuchungen wurden an unvergifteten Wasserproben vorgenommen. Ich gebe zunächst die von ihm

	NH ₃			Ostsee Nitrit + Nitrat			All. N. (Redukt.)	
	Min.	Max.	D.	Min.	Max.	D.	Min.	Max.
II 03							0,083	0,241 mgr
V							0,087	0,267 „
VIII							0,166	0,291 „
XI							0,125	0,276 „
II 04	0,040	0,121	0,068	0,152	0,212	0,199	0,185	0,349 „
V	0,046	0,096	0,065	0,147	0,182	0,170	0,183	0,237 „
VIII	0,040	0,076	0,057	0,083	0,122	0,095	0,100	0,154 „
XI	0,042	0,083	0,050	0,061	0,089	0,070	0,098	0,139 „
II 05			0,046			0,096		

¹⁾ Durch Reduktion.

erhaltenen Werte in gleicher Zusammenstellung wie die Raben'schen Befunde (pag. 236); darunter sind dann die Durchschnittswerte noch einmal besonders zusammengestellt (pag. 237).

Wie bei Raben's Bestimmungen, so sind auch hier die Schwankungen innerhalb eines Monats sehr große; das Maximum kann das 3-, ja in einzelnen Fällen das 5fache des Minimalwertes betragen. Es ist daher klar, daß man sehr vorsichtig mit der Verwertung dieser Zahlen sein muß. Die Kurven für die monatlichen Mittelwerte (Fig. 17) zeigen denn auch einen recht unregelmäßigen Verlauf. Immerhin ist der allgemeine Gang der Kurve für die Proben aus 5 m und aus 15 m Tiefe ein gleicher; nur ist die 5 m-Kurve etwas gleichmäßiger, mit weniger und schwächeren Erhebungen als die 15 m-Kurve, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß in 15 m leicht vom Meeresboden her durch Emporwirbeln von Bodenbestandteilen oder lokale Verwesungsvorgänge zufällige Steigerungen des Stickstoffgehaltes bedingt werden können. Im übrigen tritt bei allen Kurven ausnahmslos die beträchtliche Höhe im Beginn der Untersuchungen: im Sommer 1905 hervor. So hohe Werte, wie in dieser Zeit, sind während keinem der folgenden Monate wieder erhalten (NH_3 0,132 und 0,146 mgr, Nitrat + Nitrit 0,270 und 0,349 mgr in 1 Liter); in der gleichen Zeit des folgenden Jahres (1906) ist nur für NH_3 eine Steigerung klar erkennbar, die aber auf den Juni beschränkt ist und nicht die Höhe wie 1905 erreicht (0,122 mgr). Für Nitrite und Nitrate fällt zwar in 15 m der höchste Wert 1906 auch auf den Juni, aber die Unterschiede gegen die übrigen Monate sind sehr klein und in 5 m liegt das Maximum bereits im April. Wie in der Lage des Maximums, so weichen NH_3 auf der einen, Nitrate und Nitrite auf der anderen Seite auch in der Zeit des Minimums voneinander ab. Für Ammoniak liegt es scharf ausgesprochen im Februar, März, April und Mai (0,024—0,055 mgr in 1 Liter) und zwar sowohl in 5 wie in 15 m Tiefe, während das Minimum der Nitrate und Nitrite im September einsetzt, in seinem weiteren Verlaufe aber in 5 und 15 m verschiedene Wege geht. In 5 m hält es nur bis November an (0,053—0,084 mgr im Liter), worauf eine Erhebung im Dezember-August folgt, deren Maximum im April liegt. In 15 m wird der Verlauf ein so unregelmäßiger, daß man nur eine Depression im September, Dezember, Januar und März konstatieren kann, die durch ein Ansteigen im November und Februar unterbrochen wird. Eine Periode länger dauernder Erhebung der Werte liegt dann im April-August. Es läßt sich also selbst aus diesen wöchentlichen Beobachtungen, die sich über 16 Monate erstrecken, eine Periodizität im Laufe des Jahres nicht mit Sicherheit erkennen, während die sehr großen Verschiedenheiten der einzelnen Jahrgänge auch durch sie wieder in hohem Maße bestätigt werden.

Die Grenzwerte für NH_3 waren bei Laboe 0,015 und 0,229 mgr, für Nitrit + Nitrat 0,043 und 0,373 mgr in 1 Liter Meerwasser; nach den von Raben publizierten Werten finde ich für die Ostsee als Grenzwert für NH_3 0,038 und 0,151 mgr, für Nitrit und Nitrat 0,061 und 0,235 mgr in 1 Liter. Die Werte Raben's gehen weniger tief hinab und weniger hoch hinauf.

Irgend welche Beziehung zwischen Stickstoffgehalt des Wassers und der Temperatur desselben läßt sich nirgends erkennen, wie die Kurven und die Tabellen sofort zeigen (pag. 236 und 237).

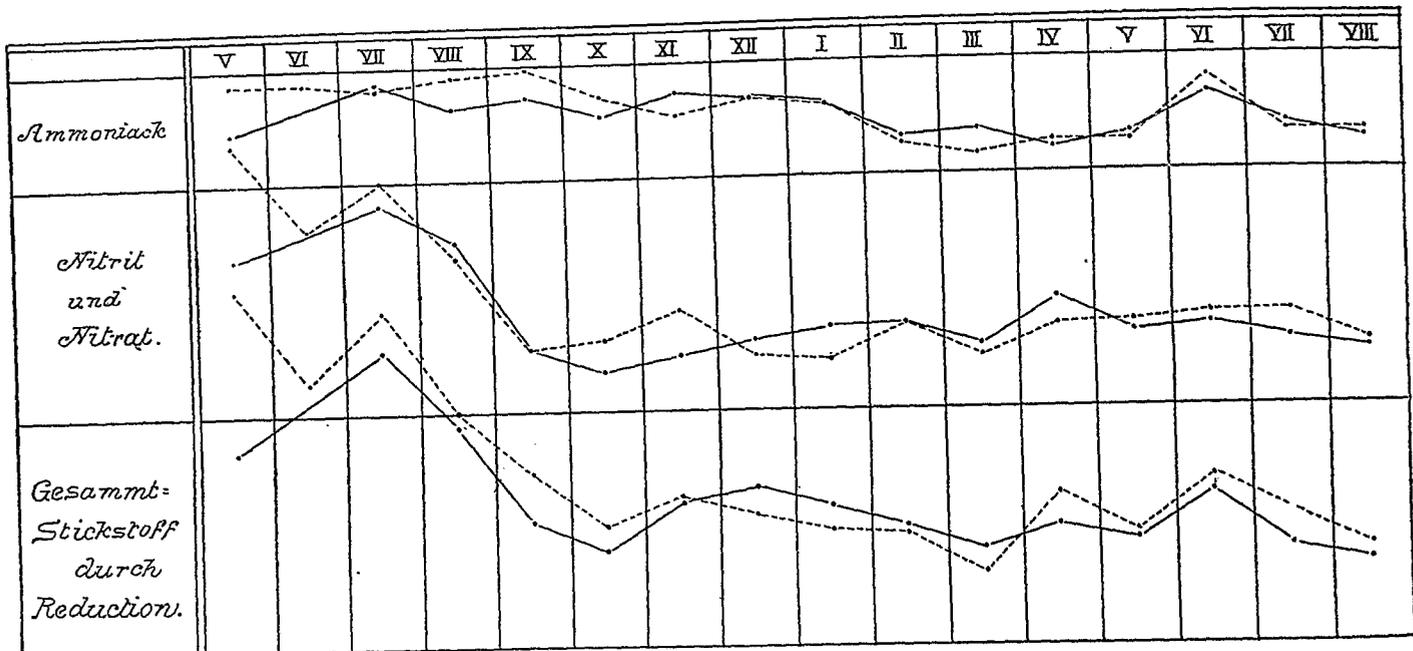


Fig. 17. Kurven für den Stickstoffgehalt des Meerwassers an der Station nach den Monatsmitteln, 1905 und 1906.
 — 5 m, 15 m; 1 mm = 0,010 mgr.

Stickstoffgehalt bei Laboe 1905/06 (mgr pro Liter).

	Station bei Laboe 5 m									Station bei Laboe 15 m									
	NH ₃			Nitrit + Nitrat			Gesamt-N. d. Redukt.			NH ₃			Nitrit + Nitrat			Gesamt-N. d. Redukt.			
	Min.	Max.	D.	Min.	Max.	D.	Min.	Max.	D.	Min.	Max.	D.	Min.	Max.	D.	Min.	Max.	D.	
1905 V	0,066		(0,066)	0,203		(0,203)	0,250		(0,250)	0,132		(0,132)	0,349		(0,349)	0,460			(0,460)
VI			?						?	0,083	0,229	0,133	0,185	0,310	(0,243)	0,249	0,481	(0,344)	
VII	0,132		(0,132)	0,270		(0,270)	0,373		(0,373)	0,058	0,205	0,121	0,223	0,356	0,299	0,300	0,561	0,429	
VIII	0,062	0,126	0,094	0,206	0,227	0,217	0,240	0,324	0,282	0,115	0,157	0,136	0,157	0,231	0,201	0,293	0,353	0,298	
IX	0,099	0,108	0,104	0,064	0,103	0,084	0,121	0,195	0,158	0,130	0,161	0,146	0,072	<i>0,085</i>	0,078	0,195	0,239	0,217	
X	0,047	0,102	0,075	<i>0,053</i>	<i>0,053</i>	<i>0,053</i>	0,088	0,148	0,118	0,089	0,121	0,105	0,074	0,099	0,087	0,148	0,154	0,151	
XI	0,085	0,135	0,109	0,067	0,077	0,071	0,132	0,244	0,185	0,071	0,082	0,079	0,108	0,152	0,130	0,171	0,203	0,187	
XII	0,068	0,126	0,097	0,064	0,119	0,092	0,169	0,227	0,198	0,085	0,117	0,101	0,055	0,082	0,068	0,149	0,179	0,164	
1906 I	0,087	0,089	0,088	0,093	0,114	0,104	0,139	0,209	0,174	0,075	0,087	0,090	<i>0,043</i>	0,098	<i>0,066</i>	0,117	0,185	0,145	
II	0,052		(0,052)	0,112		(0,112)	0,147		(0,147)	0,034	0,051	0,043	0,087	0,131	0,109	0,104	0,169	0,137	
III	0,034	0,086	0,055	0,078	0,089	0,082	0,103	0,143	0,118	0,024		(0,024)	0,063		(0,063)	0,091			(0,091)
IV	0,027	<i>0,043</i>	<i>0,035</i>	0,113	0,169	0,141	0,110	0,190	0,150	0,027	0,051	<i>0,039</i>	0,095	0,116	0,106	0,135	0,240	0,187	
V	<i>0,015</i>	0,077	0,046	0,056	0,131	0,094	<i>0,073</i>	0,197	0,135	0,037	0,047	0,043	0,069	0,114	0,111	0,097	0,179	0,139	
VI	0,088	0,107	0,098	0,094	0,114	0,104	0,165	0,221	0,193	0,082	0,162	0,122	0,084	0,154	0,119	0,147	0,267	0,207	
VII	0,054	0,066	0,060	0,074	0,098	0,086	0,102	0,140	0,121	0,036	0,062	0,049	0,092	0,144	0,118	0,146	0,180	0,163	
VIII	0,041	<i>0,043</i>	0,042	0,057	0,082	0,071	0,090	<i>0,121</i>	<i>0,102</i>	0,043	<i>0,045</i>	0,044	0,066	0,089	0,077	0,099	<i>0,129</i>	<i>0,117</i>	

Durchschnittswerte für 5 m (1 = 0,001 mgr pro Liter).

	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. NH ₃	66	?	132	94	104	75	109	97	88	52	55	35	46	98	60	42
2. Nitrat + Nitrit .	203	?	270	217	84	53	71	92	104	112	82	141	94	104	86	71
3. Gesamt-N.(Red.)	250	?	373	282	158	118	185	198	174	147	118	150	135	193	121	102

Durchschnittswerte für 15 m (1 = 0,001 mgr pro Liter).

	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. NH ₃	132	133	121	136	146	105	79	101	90	43	24	39	43	122	49	44
2. Nitrit + Nitrat .	349	243	299	201	78	87	130	68	66	109	63	106	111	119	118	77
3. Gesamt-N.(Red.)	460	344	429	298	217	151	187	164	145	137	91	187	139	207	163	117

2. Das Plankton bei Laboe im Kreislauf des Jahres.

Für die nachfolgende Darstellung habe ich zunächst in der am Schlusse der Arbeit beigefügten Tabelle B die an jedem einzelnen Fangtage in der vertikalen Wassersäule von 0—15 m Tiefe für eine Wassermasse von 100 Liter berechnete Individuenzahl der einzelnen Planktonorganismen zusammengestellt. Sämtliche Zahlen, die mehr als zwei Stellen haben, sind abgerundet. Eingeklammert sind diejenigen Werte, welche als minderwertig gelten müssen. Fettgedruckt sind die vollwertigen Maximalzahlen jeder Form. Die Minderwertigkeit der eingeklammerten Zahl rührt wesentlich daher, daß nicht für jeden Fangtag auch die Netz- und Filterfänge analysiert werden konnten und daher für eine Reihe von Fangtagen nur mit Zentrifugierungen aus Schöpfproben erhaltene Zahlen zur Verfügung standen. Diese Zahlen sind aber naturgemäß für die größeren und selteneren Formen viel unsicherer als die aus der Analyse der Filter- und Netzfänge gewonnenen Werte und können nur Anhaltspunkte abgeben. Die Namen derjenigen Formen, die vorwiegend nach den Centrifugenfängen eingetragen wurden, weil sie in den anderen Fängen meist fehlten oder unkenntlich waren, sind fettgedruckt; die Namen, der bei den Netzfängen einen erheblichen Fangverlust erleidenden und daher vorwiegend nach dem Filterfanginhalte eingetragenen Formen sind kursiv gedruckt; außerdem ist vor die ersteren ein C, vor die letzteren ein F gesetzt.

Die Monatsmittel der Individuenzahl sind in besonderen, im Text beim Beginne der Besprechung der größeren Organismenabteilungen abgedruckten Tabellen zusammengestellt. Diese Tabellen umfassen den Zeitraum vom 24. VIII. 05 bis zum 17. VIII. 06, also gerade ein Jahr, und geben einen schnellen Überblick über den jährlichen Entwicklungsgang. Am rechten Ende jeder Reihe ist die Summe aller Monatsmittel und das maximale Vorkommen, das überhaupt an einem Fangtage beobachtet wurde, angegeben. Am Fuße der ganzen Tabelle ist für jeden Monat die Summe der Individuen, Formen und Maxima notiert.

Es ist leicht, aus den angeführten Werten (w) die Zahlen für 1 cbm Wasser (1 cbm = 10 . w) und für 1 qm Oberfläche ($1 \text{ qm} = 150 . w = \frac{300 . w}{2}$) zu berechnen. Die Summe der Monatsmittel (S. Mtsmittel) gestattet auch die Summe der Individuenzahl für alle Fangtage des Jahres (S. Fgtg.) zu finden (S. Fgtg. = 4. S. Mtsmittel). Außer der Individuenzahl sind auch die Rechen volumina für die einzelnen Formen angegeben, aber nicht für jeden Fangtag, sondern nur im Monatsmittel in Texttabellen, die neben den eben besprochenen Tabellen abgedruckt sind. Doch ist in der Tabelle B. bei jeder Form die für ein Individuum berechnete Masse in $c\mu$ aufgezeichnet, so daß überall eine Nachrechnung möglich ist. In den Texttabellen sind aus jeder großen Organismengruppe nur diejenigen Formen zusammengestellt, deren Volumen wenigstens zeitweise im Monatsmittel den Wert von $\frac{1}{2} \text{ cmm}$ (= 500 000 000 $c\mu$) übersteigt und auch bei diesen Formen ist überall, wo die Masse zeitweise darunter sinkt, statt einer Zahl nur ein v . gesetzt. Die Summe der Monatsmittel, das maximale Vorkommen, das an einem Fangtage überhaupt beobachtet wurde, sowie die Summe aller Volumina für jeden Monat ist hier ebenfalls angeführt.

Endlich ist auf den Tafeln XIII—XVI das Vorkommen von über 60 der wichtigeren Arten in Kugelkurven graphisch zur Darstellung gebracht und zwar für jeden Fangtag aus der Zeit vom August 1905 bis August 1906, so daß man neben dem allgemeinen Entwicklungsgange zugleich auch die Schwankungen von Woche zu Woche überschauen und, da der Maßstab überall der gleiche ist, die Häufigkeit der verschiedenen Formen direkt vergleichen kann. Am Kopfe der Tafeln sind die Isothermen nebst Belichtung, am Fuße die Isohalinen nebst Windverhältnissen eingetragen, so daß eine unmittelbare Vergleichung des Auftretens der Organismen mit dem Wechsel der Existenzbedingungen möglich ist. Diejenigen Fangtage, deren Material vollständig analysiert wurde, sind am Kopfe jeder Tabelle durch einen schwarzen Kreis gekennzeichnet; von den übrigen Fangtagen wurden nur die Schöpfproben untersucht.

In Tafel XVII ist dann schließlich das Setzvolumen und Rechen volumen der Fangtage in gewöhnlichen Linearkurven wiedergegeben und zwar das letztere sowohl seiner Gesamtheit nach wie für jede einzelne Abteilung der Planktonorganismen, wobei die verschiedenen Komponenten durch verschiedene Farbe und Schraffierung unterschieden sind. Man kann daher aus den Kurven den Massenanteil ablesen, den jede dieser Gruppen an der Bildung des Gesamtplanktons in den verschiedenen Zeiten des Jahres gehabt hat. Salzgehalt, Temperatur, Belichtung und Wind sind wie auf den vorhergehenden Tabellen zum Ausdruck gebracht.

Es mag nun zunächst das Auftreten der einzelnen Planktonformen besprochen werden, um daran die Besprechung des Gesamtplanktons und seiner Abhängigkeit von den Existenzbedingungen in einem besonderen Kapitel anzuschließen.

a) Das Auftreten der einzelnen Planktonformen (Tafel XIII—XVI, XVII).

A. Bakterien.

Es war mir leider nicht möglich, auch das Auftreten der Bakterien mit in die Untersuchungen hineinzuziehen. Die bisher für den Nachweis der im Meer lebenden Bakterien angewandten Methoden sind für Untersuchungen wie diese wenig brauchbar, da man bei den

Kulturen stets nur bestimmte Formen erhält und über die Menge der übrigen Arten gar keinen Aufschluß bekommt. Da Bakterien für medizinische Zwecke aus allerlei Flüssigkeiten des menschlichen Körpers durch Centrifugierung gewonnen werden, so wird es sehr wahrscheinlich auch möglich sein, aus dem Wasser die in ihm lebenden Formen direkt zu sedimentieren. In dem sehr schmutzigen Wasser des „Kleinen Kiels“ habe ich stets durch Centrifugieren eine große Zahl von Bakterien erhalten, oft in solcher Menge, daß das Gesichtsfeld unter dem Mikroskop von ihnen wimmelte. Es würde also nur darauf ankommen, durch geeignete Färbungsmethoden in dem Centrifugensediment die Bakterien leicht kenntlich zu machen; da es sich um Meerwasser handelt, ist ein Eintrocknen wegen des auskrystallisierenden Kochsalzes ausgeschlossen.

Nur eine einzige Bakterienform kam regelmäßig zur Beobachtung, da ihre Zellen zu großen Gallertkolonien vereinigt sind und diese in den Centrifugenfängen leicht der Zahl nach festgestellt werden konnten. Die Kolonien (pag. 201 Fig. 7 Nr. 3) bestehen aus einer klaren, sehr zarten Gallert von unregelmäßig kugelförmiger Form, in die zahlreiche kurze, gekrümmte Bakterien eingebettet sind. Die Gallertmassen, die ab und an langgestreckte, schnurartige Form besitzen und durch Einschnürungen wie aus mehreren Kolonien zusammengesetzt aussehen, sind 40—120 μ groß, während die einzelnen Zellen nur 3 μ Länge haben. Sie kamen vereinzelt das ganze Jahr hindurch vor, waren aber besonders zahlreich im Juli; die größte Menge beobachtete ich am 18. Juli, wo in 100 Litern aus 0 und 10 m 770 000 Kolonien sich fanden; im allgemeinen waren die Kolonien in 0—10 m erheblich häufiger als in 15 m. An 8 Fangtagen wurden je 15 000—25 000 in 0, 5, 10 m Tiefe und nur 3200 Kolonien in 15 m Tiefe gefunden.

Für die Masse des Planktons kommen die Bakterien in der Kieler Bucht kaum in Betracht. Nach B. Fischer (Die Bakterien der Plankton-Expedition 1894) ist für den Ausgang des Kieler Hafens eine Zahl von 5000 Keimen in 1 ccm Oberflächenwasser schon ein extrem hoher Wert, da der Einfluß der städtischen Abwässer gewöhnlich schon in viel geringerer Entfernung von der Stadt soweit geschwächt wird, daß unter hundert (52, 63, 87, 89, 92) oder doch nur einige hundert Keime (315, 457) im Cubikcentimeter sich finden. Bei der sehr unwahrscheinlichen Annahme, daß in Wirklichkeit in jedem Cubikcentimeter Wasser der ganzen Wassersäule von 0—15 m Tiefe 5000 Keime lebten, würden dieselben, 1 $c\mu$ als Durchschnittsvolumen (nach B. Fischer loc. citat.) angenommen, für 100 Liter doch erst ein Volumen von 0,5 cmm ausmachen.

B. Pflanzen.

Alle Planktonpflanzen lassen sich in zwei Gruppen verteilen, die verschiedene Anpassungsweisen der Pflanze an das pelagische Leben repräsentieren. Die eine derselben besitzt eine oder mehrere Geißeln und ist dadurch befähigt, sich schwimmend im Wasser fortzubewegen (Phyto-Flagellaten), die andere Gruppe entbehrt solcher Bewegungsorgane vollständig oder entwickelt sie nur ganz vorübergehend im Schwärmerstadium (Phyto-Aflagellaten). Dagegen kommt es bei ihr zu einer außerordentlich mannigfaltigen Ausbildung von Einrichtungen, die das Schweben erleichtern und das Niedersinken möglichst verlangsamen oder gar aufheben, also von Schwebapparaten (steife Borsten, Lamellen, Gallertmassen, Gasvakuolen usw.). Die Hauptmasse dieser zweiten Gruppe

wird von den Diatomeen, die Hauptmasse der ersten Gruppe von den Peridineen gebildet; beiden aber reiht sich eine Reihe kleinerer Familien an, deren systematische Stellung zum Teil noch sehr unsicher ist. Ich habe hier daher diese von der Systematik unabhängige, mehr den biologischen Eigenheiten Rücksicht tragende Einteilung gewählt.

I. Phyto-Aflagellaten. (Tabelle XIII und XIV, pag. 244—246.)

Es lassen sich mit Leichtigkeit drei große Gruppen unterscheiden: 1. Schizophyceen, die keine Chromatophoren, aber meist im Plasma verteiltes und an andere Farbstoffe gebundenes Chlorophyll enthalten, 2. Diatomeen mit gelbbraunen Chromatophoren und 3. die übrigen hierher gehörenden Planktonpflanzen, deren Chromatophoren grün gefärbt sind. Nur die Diatomeen erlangen größere Bedeutung, die anderen Formen treten nur gelegentlich in größeren Mengen auf und werden nur durch wenige Arten repräsentiert.

1. Schizophyceen.

Von Schizophyceen kamen zur Beobachtung: *Anabaena baltica*, Schmidt, *Aphanizomenon flos aquae*, Ralfs und *Nodularia spumigena*, Mert. Alle drei Arten enthalten Gasvakuolen in ihren Zellen und treiben daher oft in großer Menge an der Oberfläche des Meeres; jedoch ist dies keineswegs immer der Fall. So fand ich *Anabaena* zur Zeit ihrer Wucherungsperiode in den Centrifugenfängen folgendermaßen vertikal verteilt:

Anabaena baltica, Schmidt; 1 = 100 Fäden in 100 Litern.

1906	27. VI	4. VII	11. VII	18. VII	25. VII	1. VIII	9. VIII	S. S.
0 m	133	934	8666	4869	1201	600	8	16411
5 m	667	934	6333	10332	2801	1000	v.	22067
10 m	4	467	6000	1601	1668	400	v.	10140
15 m	—	—	1000	1666	867	467	v.	4000
Centrifuge 0—15 m	246	623	5722	5067	1834	644	v.	14136
Filterfang 0—15 m	38	?	?	?	1400	?	37	

Sind diese Zahlen auch sicher ungenau, so zeigen sie doch, daß die Schizophyceen durchaus nicht von den übrigen Pflanzen, die vorwiegend in 5 m am häufigsten sind, abweichen und auch noch in 10 und 15 m in beträchtlicher Zahl vorkommen. Die Gasvakuolen sind also nur bei einem Teil der Zellen so stark entwickelt, daß die Fäden durch sie an die Oberfläche getrieben werden und wahrscheinlich wird ihr stärkeres Auftreten einen bestimmten Entwicklungszustand der Pflanze ausdrücken. 1906 fiel das Maximum an der Oberfläche mit der größten Häufigkeit überhaupt zusammen. Eine Folge dieser verschiedenen Ausbildung der Vakuolen ist, daß die Fäden sich centrifugieren lassen, was allerdings wohl noch dadurch unterstützt werden mag, daß die Vakuolen der Schizophyceen, wie Strodtmann nachgewiesen hat (Biolog. Zentralblatt, Bd. 15, pag. 113, 114; 1895), durch starken Druck, der auf das sie enthaltende Wasser ausgeübt wird, verschwinden und die Fäden zum Sinken kommen. Auch

Aphanizomenon und Nodularia wurden von mir in den Schöpf- und Centrifugenproben aus 10 und 15 m beobachtet.

Aphanizomenon zeigte ein ganz unregelmäßiges und spärliches Auftreten in der Zeit von November bis Juli. Ob es in der übrigen Zeit wirklich fehlt, ist wohl sehr zweifelhaft.

Nodularia spumigena Mert. trat nur in der heißen Jahreszeit regelmäßig auf, wo sie in den Netzfängen sich sofort als feine, stäbchenförmige, an der Oberfläche schwimmende Organismen bemerkbar machte. Indessen war auch ihre Häufigkeit keine große. Vereinzelt kam sie aber auch im übrigen Jahre vor; nur im Dezember und Januar wurde sie gar nicht beobachtet.

Anabaena baltica Schmidt läßt dagegen eine deutliche Wucherungsperiode im Juli-August erkennen. In beiden Jahren fiel dieselbe in die Zeit der höchsten Erwärmung des Oberflächenwassers und des schwächsten Salzgehaltes; aber eine nähere Beziehung zwischen Temperatur, Salzgehalt und der Anabaena-Wucherung läßt sich nicht nachweisen.

Dem Volumen nach spielen die Schizophyceen gar keine Rolle; da ihr massenhaftes Erscheinen in der Ostsee wahrscheinlich wesentlich darauf zurückzuführen ist, daß die Fäden bei sehr starker Gasvakuolenentwicklung die Oberfläche des Meeres bedecken, so ist es zweifelhaft, ob selbst in solchen Fällen, wo sie eine Verfärbung des Meeres hervorrufen, ihre Masse im Vergleich zu derjenigen der übrigen Planktonpflanzen irgendwie in Betracht kommt.

2. Diatomeen.

Dieselbe Rolle, die unter den Phyto-Euflagellaten in der Ostsee den Peridineen zufällt, spielen unter den Planktonpflanzen ohne Geißel die Diatomeen.

Ich werde mich in der Besprechung der einzelnen Formen an das von Schütt (in Engler und Prantl, *Natürliche Pflanzenfamil.*, I. Teil, Abtlg. b, Bacillariaceae, 1896) aufgestellte System halten, das zwar nicht den Anspruch erhebt, die verwandtschaftlichen Beziehungen der Formen zueinander zum Ausdruck zu bringen, aber einfach und klar ist.

1. Centricae.

Mit Ausnahme von *Thalassiothrix*, *Asterionella* und *Nitschia* gehören alle echten Planktondiatomeen zu dieser Abteilung. Schütt gliedert die Centricae in die Sippen der Discoideae, Solenoideae und Biddulphioideae, deren jede dominierende Formen enthält.

a) Discoideae.

Die Hauptform dieser Sippe ist *Skeletonema costatum* Greve, das zugleich 1905/06 die größte Volksstärke von allen Pflanzen und Tieren (fast 900 Millionen Zellen in 100 Liter [in 10 m Tiefe] oder 1 Zelle in jedem Cubikmillimeter [!] Wasser) erreichte. Diese Art kommt das ganze Jahr hindurch vor, hat ihr Minimum im Winter (Februar) (23000 Ind. in 100 Lit.) und 2 Maxima, wovon das größere im Frühjahr (April, Mai, Juni), das kleinere im Herbst (September, Oktober) gelegen ist. Sie zeigt eine merkwürdige

Vorliebe für das Wasser in 10 m Tiefe, die sich wohl nur aus dem von Karsten (Wissensch. Meeresuntersuch. N. F. Abt. Kiel, Bd. 3, pag. 12) nachgewiesenen Umstände verstehen läßt, daß *Skeletonema* in ruhigem Wasser sich schneller vermehrt als in bewegtem Wasser. Während das Frühjahrsmaximum in die Zeit des schwachsalzigen Wassers fällt, liegt das Herbstmaximum in derjenigen der Vorstöße starksalzigen Bodenwassers; auch die Wasserwärme ist zu beiden Zeiten erheblich verschieden. Die eigenartige Vertikalverteilung im Frühjahr 1906 bringt nachstehende Übersicht zum Ausdruck:

Skeletonema costatum (1 = 1 000 000 Individ. in 100 Lit.)

1906	2. V	9. V	16. V	23. V	31. V	7. VI	13. VI	20. VI	27. VI	S. S.
0 m	11	65	692	27	44	5	611	126	8	1589
5 m	36	19	46	9	70	23	573	170	16	962
10 m	v.	31	104	335	167	826	1445	150	5	3063
15 m	—	202	132	15	1	6	23	84	42	505
0—15 m	14	61	187	119	86	285	778	142	15	1687

An Volumen übertrifft *Skeletonema* im Frühjahr *Chaetoceras* erheblich, im Herbst überwiegt hingegen *Chaetoceras*. Die Verhältnisse mögen aber von Jahr zu Jahr wechseln. Im Netzplankton tritt *Skeletonema* seiner Kleinheit halber gegenüber den sperrigen und daher weit besser zurückgehaltenen *Chaetoceras* außerordentlich zurück und bei den Setzvolumina kommt es sogar überhaupt gar nicht zum Ausdruck! Als Nahrungsquelle für Tiere ist das sehr zartwandige und aller abstehenden Borsten völlig entbehrende *Skeletonema* zweifellos von viel größerer Bedeutung als *Chaetoceras*. Dazu kommt, daß seine Vermehrungskraft eine außerordentlich hohe ist und die der *Chaetoceras* sehr bedeutend übertrifft (1,7 gegenüber 1,4). *Skeletonema* ist eine Küstenform, aber keineswegs eine an schwachsalziges Wasser gebundene Art.

Ähnliches gilt von den Melosiren und der verwandten Gattung *Paralia*. Von *Melosira* wurden *M. borrieri* Grev. und *jürgensi*, von *Paralia* *P. sulcata* Ehb. beobachtet. *M. jürgensi* Ag. kam nur sehr spärlich vor und war ohne Bedeutung; *M. borrieri* Grev. ist im Januar, also im Winter am häufigsten und trat wesentlich an der Oberfläche des Meeres auf; *Paralia sulcata* Ehb. trat das ganze Jahr hindurch auf und war ausnahmslos in den Schöpfproben aus 15 und 10 m Tiefe am zahlreichsten. Größere Bedeutung gewinnt aber keine dieser litoralen Planktonpflanzen.

Unter den Thalassiosiren fanden sich regelmäßig in den Centrifugenfängen zwei äußerst kleine Arten, die neu sind und, wie es nach Mitteilungen von Herrn Dr. Mielck scheint, eine erhebliche Rolle als Nahrung der Tiere, insbesondere auch der Copepoden spielen. Beide Arten kommen das ganze Jahr hindurch vor und haben jedenfalls ein Maximum im Frühjahr, wahrscheinlich auch noch ein kleineres Herbstmaximum. Aber die Wucherungsperioden sind nicht sehr ausgeprägt. Im Winter und im Juli waren sie spärlicher als sonst. Die kleinste Art (*Th. nana*) (Tafel XVII, Fig. 2) mißt nur 5—6 μ im Durchmesser, ist trommelförmig und durch

eine leichte Vorwölbung der mittleren Schalenfläche ausgezeichnet; im Plasma lagen 4 rundliche Chromatophorenplättchen. Eine besondere Schalenstruktur war nicht zu erkennen. Randdörnchen fehlen; dagegen fand ich an leeren Schalen ein nahe dem Schalenrande gelegenes Loch, durch das vermutlich der Gallertfaden hindurchtritt, der mehrere Zellen verbindet. Meist fanden sich die Zellen freilich isoliert, aber ab und an hingen zwei in erheblichem Abstände voneinander durch einen feinen Faden zusammen. Wo dieser Faden entsprang, habe ich nicht feststellen können; tritt er tatsächlich durch jenes periphere Loch aus, so würde vielleicht eine neue Gattung zu bilden sein. — Neben ihr trat meist sehr viel seltener, aber fast regelmäßig eine zweite Art: *Th. saturni* n. sp. (Tafel IX, Fig. 3) auf, die 10 μ D. besitzt und bei deren Schale die Randpartie mit dem Gürtelbände viel schärfer von dem zentralen, gewölbten Teile gesondert war und die Gürtelbänder viel niedriger waren, so daß die Diatomee in der Gürtelbandansicht Ähnlichkeit mit dem von seinem Ringe umkreisten Saturn erhält. Auch hier lagen 4 Chromatophoren in der Zelle, die aber biskuitförmig eingeschnürt und gestreckt waren. *Thalassiosira nana* erreichte eine Häufigkeit von 2700 000 Zellen, *Thalassiosira saturni* von 5100 000 Zellen in 100 Liter Wasser, während die erheblich größere *Th. baltica* nebst verwandten Arten eine Stärke von 9000 000 Zellen im Maximum aufwies. Ihre Häufigkeit war also keine besonders große; dennoch sollen ihre Schalen in den Fäkalmassen der Copepoden sehr häufig sein. Es zeigt sich hier daher etwas ähnliches wie bei den Coccolithophoriden in den warmen Meeren, deren Skelette im Darm der Salpen, Pteropoden und Appendicularien in ganz erstaunlicher Menge vorkommen, deren Volksstärke im Wasser aber trotzdem bei weitem derjenigen der häufigen Diatomeen und Peridineen nachsteht. Es bleibt hier kaum eine andere Erklärung übrig, als daß der ungeheuren Vernichtung durch Fraß eine enorm schnelle Vermehrung ausgleichend gegenüber steht. Die von mir gewonnenen Zahlen reichen leider zur Feststellung des Vermehrungsfußes weder für die beiden kleinen *Thalassiosira*-Arten noch für die einzige hier lebende Coccolithophoride *Pontosphaera huxleyi* aus. Aus den verschiedenen Perioden der Zunahme der Volkszahl ergaben sich nur nachstehende, sicher viel zu kleine Werte: für *Th. nana* im Maximum 1,347, für *Th. saturni* 1,416 und für *Pontosphaera huxleyi* 1,170. Für die letzte Art liegen überhaupt nur 2 Werte vor, die nicht den Beginn, sondern bereits die Mitte der Wucherungsperiode betreffen. Am besten würde es sein, wenn man experimentell nach Art der Whipple'schen Versuche mit *Synedra* und anderen Diatomeen (Journal New-England Water Works Associat. vol. XI, No. 1. 1896) die Vermehrungsstärke dieser als Nahrungsquelle in Frage kommenden Arten untersuchen könnte.

Die Coscinodisken bieten der Artunterscheidung sehr große Schwierigkeiten; bei den Zählungen habe ich wiederholt versucht, so viel wie möglich die Spezies zu trennen; die Arbeit wurde dadurch aber so vermehrt und die Genauigkeit der Bestimmung blieb trotz alledem eine so geringe, daß ich in den Tabellen nur 4 Gruppen unterschieden habe. Dies konnte um so eher geschehen, als die Bedeutung dieser Pflanzen im allgemeinen eine sehr geringe war; nur die beiden größten Arten *Coscinodiscus concinnus* und *grani* erreichen zeitweilig eine sehr große Volksstärke und, wenn es auch sehr lästig ist, während der Zählung die einzelnen Formen mit der Nadel umwenden zu müssen, um die Form der Gürtelbänder zu

Tabelle XIII. Phyto-Aflagellaten, Monatsmittel

	VIII ²	IX	X	XI	XII	I
I. Schizophyceen:						
1. <i>Aphanizomenon flos aquae</i> Ralfs	—	—	—	990	—	—
2. <i>Nodularia spumigena</i> Mert.	110	390	79	2	—	—
3. <i>Anabaena baltica</i> Schmidt	—	75	—	—	6	—
II. Diatomeen:						
1) Centricae:						
a) Discoideae:						
1. <i>Melosira borneri</i> Grev.	110	—	v.	1 700	(900)	(130 000)
2. " <i>jürgensi</i> Ag.	450	v.	80	200	—	—
3. <i>Paralia sulcata</i> (Ehrbg.) Cleve	27 000	50	6 400	43 000	(31 000)	(32 000)
4. <i>Skeletonema costatum</i> (Grev.) Clev.	51 000	55 000 000	35 000 000	200 000	32 000	37 000
5. <i>Thalassiosira nana</i> n. sp.	600 000	1 100 000	440 000	180 000	130 000	66 000
6. " <i>saturni</i> n. sp.	39 000	240 000	39 000	12 000	26 000	13 000
7. " <i>baltica</i> u. a. F.	58 000	24 000	15 000	24 000	1 500	2 400
8. <i>Coscinodiscus</i> , kleine Form	—	—	v.	—	—	v.
9. " mittelgr. Form	450	3 200	1 600	4 400	1 900	400
10. " <i>radiatus</i> Ehrbg. und verw. F.	1 700	—	4 800	17	—	v.
11. " <i>grani</i> Gough u. <i>concinus</i> W. Sm.	680	50	1	—	v.	v.
12. <i>Actinocyclus undulatus</i> Ehb.	920	—	—	600	—	—
b) Solenoideae:						
13. <i>Rhizosolenia alata</i> Brighw.	35 000	33 000	34 000	10 400	4 800	120
davon Auxosporen	3 600	—	—	—	—	—
14. <i>Rhizosolenia hebetata</i> Bail., form. <i>semispina</i> Hens.	—	580	28	140	(17)	(23)
15. " <i>setigera</i> Brigtw.	90 000	19 000	1 100	270	—	—
16. " <i>fragillima</i> Bergm.	460	69 000	27 000	420	—	—
17. <i>Leptocylindrus danicus</i> Cl.	—	450	2 000	3 700	(900)	—
18. <i>Guinardia flaccida</i> (Castr.) Perg.	21 000	90 000	60 000	21 000	(500)	v.
c) Biddulphioideae:						
19. <i>Chaetoceras</i> , alle	2 700 000	83 000 000	8 100 000	160 000	(19 000)	9 100
davon Auxosporen	—	120 000	4 700	—	—	—
20. <i>Cerataulina bergoni</i> Perag.	—	—	—	710	—	—
21. <i>Biddulphia</i> sp.	2 900	v.	3 700	1 500	—	—
22. <i>Ditylum brightwelli</i> West.	—	v.	700	150	67	250
2) Pennatae:						
a) Fragillarioideae:						
23. <i>Fragillaria</i> sp.	—	v.	55	260	—	3
24. <i>Thalassiothrix nitschioides</i> Grun.	150 000	460 000	380 000	550 000	86 000	68 000
25. " lange Form	(8 300)	(900)	(21 000)	(3 200)	—	—
26. <i>Asterionella bleakeleyi</i> W. Sm.	—	—	—	—	450 000	9 900
27. <i>Licmophora</i> sp.	11 000	v.	620	4 600	—	—
b) Achnantheoideae:						
28. <i>Cocconeis</i> sp.	440 000	89 000	150 000	180 000	(40 000)	(26 000)
c) Naviculoideae:						
29. <i>Navicula</i> sp.	61 000	1 800	11 000	24 000	14 000	5 600
30. <i>Pleurosigma</i> sp.	10 000	410	160	440	—	540
31. <i>Nitzschia seriata</i> Cl.	43 000	10 000	—	1 000	—	—
32. " <i>closterium</i> W. Sm.	14 000	25 000	31 000	25 000	(12 000)	9 900
33. " <i>longissimum</i> Ralfs	v.	v.	55	50	—	—
d) Surirelloideae:						
34. <i>Surirella</i>	32 000	2 000	2 200	5 800	—	—
III. Geißellose Planktonpflanzen mit grünen Chromatophoren:						
1. <i>Botryococcus brauni</i> Kütz. (Kol.)	v.	4 400	6 100	5 800	37 000	11 000
2. <i>Oocystis</i> (Ind.)	—	v.	23 000	16 000	9 100	—
3. <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood (Ind.)	—	—	12 000	60 000	45 000	—
4. <i>Meringosphaera mediterranea</i> Lohm.	25 000	19 000	22 000	22 000	14 000	240
5. " <i>radians</i> n. sp.	—	—	v.	—	—	—
Summe aller Planktonpflanzen ohne Geißel:						
1. Schizophyceen (Fäden!!)	(110)	(470)	(79)	(990)	(6)	—
2. Diatomeen	4 400 000	140 000 000	44 000 000	1 500 000	850 000	410 000
3. Pflanzen mit grünen Chrom. Kolonien von <i>Botryococcus</i>	25 000	19 000	57 000	98 000	68 000	240
Zahl der unterschiedenen Formen*)	(v.)	(4 400)	(6 100)	(5 800)	(37 000)	(11 000)
" der Maxima	27	32	35	36	24	24
	6	4	3	4	1	1

*) Chaetoceras-Arten nicht gesondert gezählt.

der Individuenzahlen für 100 Liter Meerwasser.

II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel	Maximalvorkommen in 100 Liter
— 8 120	260 v. 42	230 v. 1 300	93 v. 190	— 110 950	v. 130 320 000	— 120 23 000	1 600 950 350 000	2 500 530 (1905: 2 700) 570 000
110 000 — 13 000 23 000 36 000 30 000 1 800 2 700 150 v. 78 —	120 000 170 20 000 570 000 190 000 230 000 130 000 1 800 860 1 400 120 440	4 900 220 8 200 16 000 000 1 000 000 2 600 000 2 500 000 — 880 330 160 —	850 v. 14 000 190 000 000 260 000 4 400 59 000 — 140 10 — —	1 400 6 900 3 800 246 000 000 1 400 000 18 000 4 400 — 50 — 4 460	— 20 11 000 3 100 000 120 000 — (12 000) — 220 — 1 260 —	— — 800 11 000 000 1 100 000 20 000 1 200 — 370 1 700 4 100 —	370 000 8 000 210 000 560 000 000 6 600 000 3 300 000 2 800 000 4 500 15 000 10 000 6 500 2 400	230 000 27 000 77 000 780 000 000 2 700 000 5 100 000 9 000 000 11 000 9 900 19 000 6 400 2 500
— 120 (11) — — — —	v. — 110 — — 100	— — 780 240 — 140 000 —	93 — 49 1 800 — 73 000	— — — 7 000 — —	— — — — 27 000 — —	120 — — 230 470 000 31 000 — —	120 000 3 600 1 700 580 000 160 000 150 000 270 000	190 000 7 300 1 800 1 400 000 260 000 270 000 370 000
21 000 — 2 000 —	2 300 000 — 42 000 —	59 000 000 1 700 000 8 400 —	18 000 000 4 400 000 1 300 —	200 000 — — —	38 000 — — 120 —	430 000 — — — —	170 000 000 6 200 000 710 62 000 850	152 000 000 14 000 000 3 500 80 000 1 700
26 55 000 — 28 000 —	480 640 000 (25 000) 100 000 97 000	690 3 200 000 (62 000) 150 000 78 000	220 1 300 000 (32 000) 40 000 130 000	32 320 000 (9 900) — 26 000	6 220 000 (93 000) — 5 800	24 280 000 (1 200) — (1 800)	1 800 7 700 000 260 000 780 000 350 000	2 200 7 100 000 (210 000) 1 800 000 390 000
(101 000)	250 000	320 000	180 000	160 000	110 000	82 000	2 100 000	810 000
44 000 v. — (10 000) v. —	96 000 2 100 7 300 37 000 —	190 000 660 — 100 000 —	44 000 570 93 4 800 —	14 000 260 — (13 000) v. —	8 800 86 230 9 700 230	2 100 23 — 1 800 —	520 000 15 000 62 000 290 000 340	430 000 20 000 86 000 180 000 470
—	3 000	24 00	4 500	920	930	920	55 000	63 000
11 000 1 500 — 6 200 —	4 300 600 38 000 1 400 720 000	160 000 — — 17 000 1 200 000	36 000 11 000 10 000 46 000 130 000	63 000 v. 620 000 27 000 —	25 000 v. 310 000 230 36 000	5 000 — 67 000 310 250 000	370 000 61 000 1 200 000 200 000 2 300 000	620 000 90 000 1 100 000 190 000 4 600 000
(130) 480 000 7 700 (11 000)	(300) 4 800 000 76 000 (4 300)	(1 500) 85 000 000 1 200 000 (160 000)	(280) 210 000 000 200 000 (36 000)	(1 200) 248 000 000 650 000 (63 000)	(32 000) 3 700 000 350 000 (25 000)	(23 000) 13 000 000 320 000 (5 000)	(60 000 Fd.) 756 000 000 3 100 000 (370 000 Kol.)	
27 1	35 1	30 10	32 2	27 4	31 1	26 2		

Tabelle XIV. Phyto-Afflagellaten, Monatsmittel des Volumens für 100 Liter Meerwasser (in cmm).

	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel	Maxim. der Masse
I. Schizophyceen.	0,003	0,012	0,002	0,006	v.	—	v.	0,002	0,002	v.	0,003	0,068	0,008	0,106	0,130
1. <i>Aphanizomenon</i>	—	—	—	v.	—	—	—	v.	v.	v.	—	v.	—	—	0,015
2. <i>Nodularia</i>	v.	v.	v.	v.	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,114
3. <i>Anabaena</i>	—	v.	—	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	—
II. Diatomeen:															
1. Discoideae	2,518	11,525	8,902	0,994	0,189	0,229	0,334	0,921	7,332	30,406	36,190	0,736	5,024	105,300	116,700
1. <i>Scletonema costatum</i>	v.	8,3	5,3	v.	v.	v.	v.	v.	2,4	28,4	36,1	0,5	1,6	82,600	116,7
2. <i>Thalassiosira ballica</i> u. verw. F.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	4,3	v.	v.	v.	v.	v.	15,4
3. <i>Coscinodiscus radiatus</i> u. verw. F.	v.	—	1,0	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	3,9
4. <i>Rhizosolenia alata</i>	0,9	0,9	0,9	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	2,8
5. " <i>setigera</i>	0,5	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	v.	7,5
6. " <i>fragillima</i>	v.	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	v.	v.	v.	v.	1,5
7. <i>Guinardia flaccida</i>	0,5	1,7	1,5	0,5	v.	v.	—	v.	—	1,9	—	—	—	—	9,3
2. Biddulphioidae	1,159	33,013	3,352	0,103	0,003	0,009	0,056	1,933	23,730	7,027	0,079	0,018	0,259	70,741	60,617
8. <i>Chaetoceras</i> , alle	1,1	33,0	3,2	v.	v.	v.	v.	0,9	23,5	7,0	v.	v.	v.	61,700	60,6
9. <i>Biddulphia</i> , alle	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	1,0	v.	v.	—	v.	—	v.	1,9
3. Fragillarioidae	0,154	0,373	0,305	0,459	0,341	0,060	0,061	0,884	2,913	1,490	0,338	0,188	0,230	7,796	5,936
10. <i>Thalassiothrix nitschoides</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,5	2,6	1,0	v.	v.	v.	v.	5,7
11. <i>Asterionella</i>	—	—	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	—	—	—	1,1
12. <i>Limnophora</i>	v.	v.	v.	v.	—	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	1,2
4. Achnantheoidae	0,219	0,089	0,153	0,225	0,0002	0,007	0,005	0,126	0,158	0,088	0,040	0,010	0,014	1,134	0,406
5. Naviculoidae	0,096	0,029	0,010	0,014	0,001	0,003	0,004	0,041	0,041	0,009	0,004	0,004	0,001	0,257	0,188
III. Geißellose Planktonpflanzen mit grünen Chromatophoren.	0,012	0,027	0,037	0,043	0,160	0,044	0,048	0,099	0,761	0,182	0,357	0,149	0,055	1,974	2,480
1. <i>Botryococcus</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,630	v.	v.	v.	v.	v.	2,480
2. <i>Oocystis</i>	—	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	—	v.	v.	v.	—	v.	0,003
3. <i>Dicystosphaerium</i>	—	—	v.	v.	v.	—	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	0,161
4. <i>Meristogosphaera</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,093
5. " <i>radians</i>	—	—	v.	—	—	—	—	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	0,460
Gesamtvolumen	4,151	45,068	12,761	1,844	0,694	0,352	0,508	4,006	34,937	39,202	37,011	1,173	5,591	187,298	S. S.
1. Schizophyceen	0,003	0,012	0,002	0,006	v.	—	v.	0,002	0,002	v.	0,003	0,068	0,008	0,106	0,106
2. Diatomeen	4,146	45,029	12,722	1,795	0,534	0,308	0,460	3,905	34,174	39,020	36,651	0,956	5,528	185,228	
3. Pflanzen mit grünen Chromat.	0,012	0,027	0,037	0,043	0,160	0,044	0,048	0,099	0,761	0,182	0,357	0,149	0,055	1,974	1,974

¹ v. = Volumen kleiner als 0,5 cmm.

prüfen, so ließ sich hier doch feststellen, daß *Coscinodiscus grani* Gough. im Sommer, *Coscinodiscus concinnus* W. Sm. Ende Winter und im ersten Frühjahr auftritt. Dies stimmt durchaus mit der sonstigen Verbreitung beider Arten überein, indem *C. grani* in der südlichen Nordsee und im Englischen Kanal lebt, während *C. concinnus* in der ganzen Nordsee und zwar besonders im Winter vorkommt. — *Actinoptychus undulatus* Ehrbg. wurde vereinzelt in allen Jahreszeiten gefunden.

b) Solenoideae.

Rhizosolenia, Leptocylindrus und Guinardia vertreten diese Gruppe in der Kieler Bucht. Größere Bedeutung der Masse nach erreichte 1905/1906 nur Rhizosolenia; auch der Volksstärke nach kam diese Gattung an erster Stelle (maximales Vorkommen: *Rhizosol. setigera* 1 400 000 Zellen in 100 Liter); die beiden anderen Gattungen folgten erst in weitem Abstände mit einer größten Dichtigkeit von 270 000 und 370 000 Zellen.

Rhizosolenia alata Brgtw., *setigera* Brgtw. und *fragillima* Bergon haben nur eine Wucherungsperiode im August und September und sind im Winter sehr spärlich; *Rh. setigera* und *fragillima* wurden sogar in den Monaten Dezember bis März überhaupt nicht beobachtet. Bei *Rhizosolenia alata* traten auf der Höhe der Wucherung im August Auxosporen auf; bei den anderen Arten wurden keine Sporen beobachtet.

Etwas später als diese 3 Rhizosolenia-Arten kulminierte *Guinardia flaccida* Castr. (im Oktober); auch sie war im Winter sehr selten.

Nicht so deutlich ausgeprägt war die Periodizität des Auftretens bei der in den Beobachtungsjahren überhaupt nicht häufigen *Rhizosol. hebetata* Bail., die ausschließlich in der forma *semispina* Hensen vom September an bis in den Mai hinein vorkam. Am zahlreichsten fand ich sie im September und im April; aber die Zahlen sind zu klein, um sichere Werte zu geben.

Sehr unregelmäßig erscheint das Auftreten von *Leptocylindrus danicus* Cl., der im April in großer Menge gefunden wurde, sonst aber nur noch vom September bis Dezember erschien. Für diese Art sowohl wie für *Rhizosol. hebetata* ist eine doppelte Wucherungsperiode (im Herbst und Frühjahr) nicht ausgeschlossen.

c) Biddulphioideae.

Hierher gehört diejenige Gattung, die neben *Skeletonema* das Auftreten der Diatomeen in der Kieler Bucht während der Untersuchungszeit vollständig beherrschte: *Chaetoceras*. Während aber *Skeletonema* nur durch eine einzige Art vertreten ist, setzen sich die *Chaetoceras*-Massen aus einer großen Zahl von Arten zusammen. Diese Spezies sind zum großen Teil sehr schwer voneinander zu trennen, zum Teil bieten sie hingegen gute und sichere Artmerkmale, wie *Chaetoc. didymum* Ehrbg., *danicum* Clev., *subtile* Cl., *atlanticum* Cl., *radians* Schütt usw. Hat man lebendes Material zur Verfügung, so bietet die Bestimmung am wenigsten Schwierigkeit, größer wird sie schon bei konserviertem und ganz schlimm bei eingetrocknetem Material. Leider ist nun eine zuverlässige Zählung nur möglich, wenn die Zellen auf der Zähl-

platte zum Eintrocknen gebracht sind, da im Wasser auch nach Färbung der Zellen ein sehr großer Teil übersehen wird. Da für die vorliegende Untersuchung eine Trennung der Arten dieser Gattung nicht unumgänglich notwendig erschien, so habe ich zwar während der Zählung nach Möglichkeit die Arten zu trennen versucht, in die Tabelle aber nur die Gesamtsumme aufgenommen, da die Zahlen für die einzelnen Arten zu wenig sicher erschienen.

Chaetoceras erreichte eine Volksstärke von 152 Millionen in 100 Liter Wasser innerhalb der ganzen Wassersäule (0—15 m) und von 498 Millionen in einer einzelnen Schöpfprobe aus 0 m (11. IV. 06). In diesem letzteren Falle kamen also 500 Zellen auf 1 ccm oder 1 Zelle auf 2 cmm Wasser; doch erreichte Sceletonema die doppelte Dichtigkeit!

Wie Sceletonema so zeigt auch Chaetoceras eine Frühjahrs- und eine Herbstwucherung; während aber dort zweifellos beide Kulminationen von einer Art gebildet wurden, kann hier erst eine nähere Untersuchung zeigen, ob die Maxima nicht vielleicht durch verschiedene Arten hervorgerufen werden. Interessant ist zunächst, daß in beiden Perioden, sobald die höchste Volkszahl erreicht ist, Ruhesporen auftreten; aber während diese Sporen im Herbst nur in ganz geringer Anzahl gebildet wurden und schnell wieder schwanden, war ihre Zahl im Frühjahr eine sehr hohe und ihre Bildung hielt während des ganzen Absinkens der Volkszahl an. Auf Tafel XIII ist dies durch Einzeichnung der Sporenmenge in die Kurve für die gesamte Individuenzahl sehr klar zum Ausdruck gekommen. Näher zeigt nachstehende Tabelle die verschiedene Entwicklung der Sporen:

	Herbst 1905			Frühjahr 1906						
	21. IX.	28. IX.	4. X.	4. IV.	11. IV.	21. IV.	27. IV.	2. V.	9. V.	16. V.
Chaetoceras alle	150 000 000	76 000 000	13 000 000	12 000 000	130 000 000	29 000 000	63 000 000	51 000 000	30 000 000	4 000 000
davon Ruhesporen .	480 000	9 000	19 000	9 800	1 000 000	78 000	5 700 000	14 000 000	8 000 000	340 000
also 1 Spore auf . . . Zellen	312	8444	684	1224	130	372	11	4	4	12

Im Frühjahr 1905 kamen sogar am 5. und 12. April auf je 3 oder gar 2 Zellen 1 Ruhespore. Dieser Unterschied würde am leichtesten verständlich sein, wenn das Herbstmaximum vorwiegend aus Chaetoceras-Arten gebildet würde, die als ozeanische Formen keine Sporen bilden, während im Frühjahr die sporenbildenden Küstenarten vorherrschen. Das würde außerdem mit dem sonstigen Charakter vieler im August und September auftretenden Planktonformen übereinstimmen, die der Kieler Bucht sonst fehlen und nur in dieser Zeit erscheinen. Aber die Unterscheidung der Arten, so unsicher sie ist, hat doch gezeigt, daß ein wesentlicher Unterschied in dieser Beziehung nicht existiert. Eine im Herbst außerordentlich häufige Art, die im frischen Materiale sehr leicht durch die kugeligen Gallertkolonien kenntlich ist, an deren Oberfläche die wurmartig gewundenen Ketten lagern (*Chaetoceras radians*), ist nach Gran eine echte Küstenform, die vielleicht für Ostsee und Skagerak charakteristisch ist und an den Küsten des Ozeans durch das nahe verwandte *Chaetoceras sociale* vertreten wird. Diese Spezies, deren kugeligen, beiderseits bedornten Sporen in den Fängen sehr häufig waren, machte am 21. September, als die Wucherung ihren Höhepunkt

erreichte, die Hauptmasse des Fanges aus. Im Hafen vor der Stadt fand ich am 17. September in jedem Cubikcentimeter Oberflächenwasser (im Fahrwasser) 5 und am 24. September, in Wasser, das vor Laboe geschöpft war, sogar 14 Kolonien. Da jede Kolonie etwa 125 Zellen enthielt, kamen auf 1 ccm 600 resp. 1750 Zellen oder auf 1 cmm $\frac{1}{2}$ —2 Zellen! Im Frühjahr trat *Chaetoceras radians* auch auf, aber bei weitem nicht in dieser enormen Menge. Zu den ozeanischen Arten ohne Sporen, die gut kenntlich sind, gehört *Chaetoceras atlanticum*, da es durch einen feinen Stachel in der Mitte der Breitseiten der Zelle ausgezeichnet ist. Diese Art war aber gerade im Frühjahr sehr häufig (bis zu 120 000 000 am 11. IV. 06) und bildete die Hauptmasse des Fanges zur Zeit der größten Wucherung (11. IV., 130 000 000 Gesamtzahl). Die Sporen aber, die im Frühjahr dominierten, glichen zum großen Teil denen von *Chaetoceras radians*. Die anderen leichter kenntlichen Arten, wie: *Ch. didymum* Ehrbg., *gracile* Schütt, *perpusillum* Cl., *subtile* Cl., *danicum* Cl. kamen ebenfalls im Frühjahr und im Herbst zahlreich vor. Es ist daher, glaube ich, mit Sicherheit anzunehmen, daß die zweifache Wucherung der Chaetoceras nicht ausschließlich darauf zurückzuführen ist, daß die einen Arten im Herbst (*Ch. radians*), die anderen Arten (*Ch. atlanticum*) im Frühjahr ihre Wucherung durchmachen, sondern daß es sich hier wie bei *Skeletonema costatum* im wesentlichen um das zweimalige Wuchern derselben Arten handelt. Beide Perioden aber waren 1905 und 1906 dadurch verschieden, daß nur im Frühjahr die Ruhesporenbildung einen sehr großen Umfang annahm. Es wurden also zu Beginn des Sommers eine große Menge, zu Beginn des Winters nur eine sehr geringe Anzahl Ruhesporen dem Wasser anvertraut und, nach der Ansicht der Forscher, damit auf den Meeresboden versenkt. Nach der Bildung der Ruhesporen nimmt die Zahl der Chaetoceras im Herbst langsam, im Frühjahr rapide ab und im Winter wie im Sommer sinkt die Zahl der Chaetoceras so weit, daß ich im Dezember an 3, im Juli an 2 Tagen keine einzige Zelle in dem Filtrat von je 4 Wasserproben à $\frac{1}{4}$ Liter erhielt. Auch

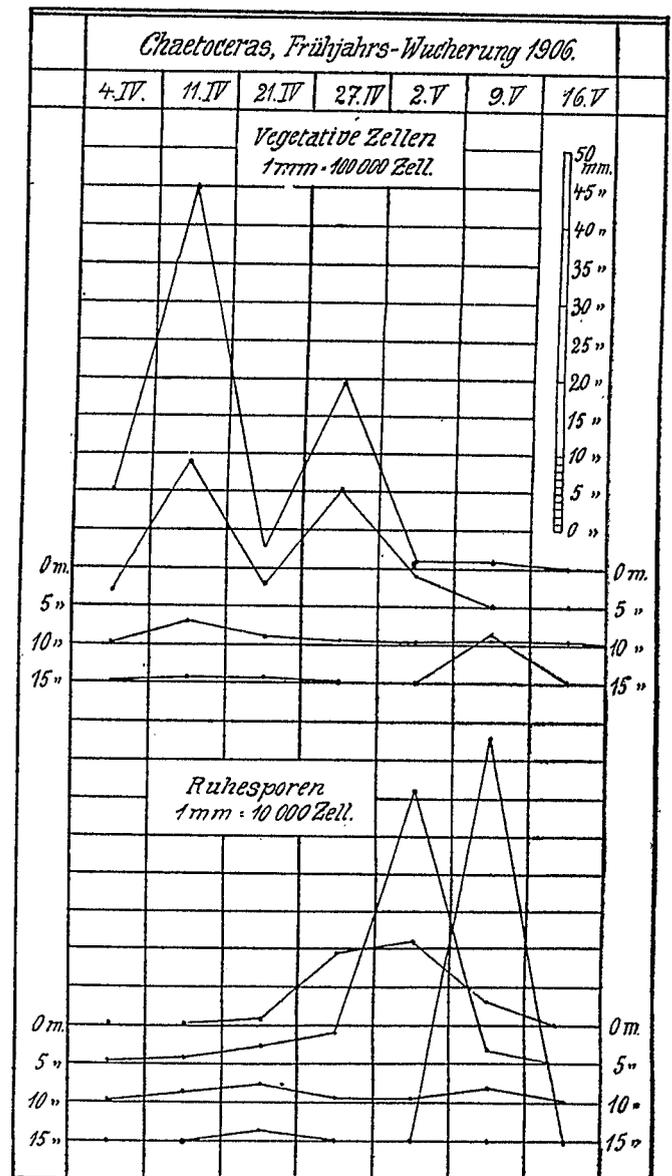


Fig. 18. Auftreten von Chaetoceras.

in den gleichzeitig ausgeführten Filterfängen (von je 50 Liter Meerwasser) waren sie sehr selten.

Daß die Zellen nach der Bildung der Ruhesporen mit diesen zu Boden sinken, geht wenigstens für das Frühjahr 1906 aus dem vertikalen Vorkommen sicher hervor. Zeichnet man nämlich, wie das in der vorstehenden Figur 18 ausgeführt ist, nach den beobachteten Individuenzahlen für jede Wasserschicht besondere Kurven für die Ruhesporen und für die vegetativen Zellen, so zeigt sich deutlich, daß die Wucherung der Kettenzellen fast ganz auf 0 und 5 m beschränkt ist und in 0 m den höchsten Grad erreicht. In der zweiten Hälfte der Wucherung tritt dann eine reichliche Sporenbildung in 0 und 5 m ein, die aber in 5 m am intensivsten vor sich geht, obwohl sie hier zeitlich etwas später zur Entwicklung kommt als an der Oberfläche. In 10 m Tiefe macht sich sowohl die Wucherung der Kettenzellen wie die Sporenbildung nur ganz schwach bemerkbar und noch geringfügiger ist die Wirkung beider Vorgänge in 15 m, bis am Ende der Wucherungsperiode plötzlich in 15 m eine große Zahl vegetativer Zellen und eine enorme Anzahl von Sporen auftritt. Offenbar sind das die aus 0 und 5 m nun in die tieferen Schichten herabgesunkenen Zellen und Sporen.

Das Schicksal dieser Dauersporen ist nicht bekannt. Es würde sich aber sicher lohnen, durch spezielle Untersuchungen und Experimente ihm nachzugehen. Hier würde vor allem interessieren, ob dieselben den ganzen Sommer, Herbst und Winter ruhen oder ob ein Teil bereits im Herbst wieder neue vegetative Zellen bildet und so Anlaß zu der zweiten Wucherungsperiode gibt.

Nachstehend gebe ich die durch Centrifugierung gewonnenen Werte, nach denen die in Fig. 18 gegebenen Kurven gezeichnet sind.

Chaetoceras, Frühjahrswucherung 1906.

	4. IV	11. IV	21. IV	27. IV	2. V	9. V	16. V
Chaetoc. veget. Zell. 0 m	999 321	4 977 000	266 000	2 456 000	126 654	95 990	10 000
5 m	202 190	1 889 000	284 000	1 492 000	360 663	14 665	5 333
10 m	15 915	324 000	100 191	30 000	8 999	39 996	4 333
15 m	6 872	69 000	61 851	21 340	3 666	647 000	12 332
Ruhesporen. . . 0 m	723	—	6 000	96 000	109 656	29 113	1 000
5 m	4 340	12 000	20 000	43 000	359 964	16 144	333
10 m	1 809	16 000	23 511	5 333	1 333	22 664	1 333
15 m	—	2 000	15 553	2 170	667	532 000	333

Von den übrigen Biddulphioideen bietet eigentlich nur noch *Ditylum brightwelli* West. größeres Interesse, da es auf eine ganz kurze Zeit des Jahres beschränkt ist und immer nur selten vorkommt. Es wurde nur im September, Oktober und November beobachtet und zwar zuerst in Wasserproben aus 15 m Tiefe, in denen es sich auch am längsten nachweisen ließ. Sein erstes Auftreten fiel mit der Kulmination der Herbstwucherung der Diatomeen und mit den letzten Vorstößen des salzreichen Bodenwassers zusammen. Nach Gran ist die Pflanze

an den „temperierten Küsten des atlantischen Ozeans“ heimisch. Sie gehört ihrem Auftreten nach offenbar zu jenen Formen der westlichen Ostsee, die wie *Pontosphaera* hier die Grenze ihres Vorkommens erreichen und nur während einer kurzen Zeit im Herbst bis hierher vordringen können.

Biddulphien kamen fast stets in den Fängen vor, ohne jedoch größere Bedeutung zu gewinnen. Nur ganz vereinzelt stellte sich *Cerataulina bergoni* Perag. ein (XI. 05), die nach Gran dieselbe Verbreitung wie *Ditylum* hat.

Ditylum brightwelli (1 = 100 in 100 Lit.).

	IX. 05		X. 05				XI. 05				
	21.	28.	4.	12.	19.	26.	1.	8.	17.	24.	29.
0 m	—	—	4	8	12	12	4	4	—	—	—
5 m	—	v.	16	—	—	—	12	8	—	—	—
10 m	—	—	16	v.	8	4	12	28	—	—	4
15 m	4	v.	—	v.	—	8	16	8	v.	—	4

2. Pennatae.

Den Centricae, die die Hauptmasse aller Plankton-Diatomeen umfaßt, steht die Gruppe der Pennatae gegenüber, deren Arten im Gegensatz zu jenen vorwiegend benthonisch sind. Im flachen Küstengebiet mischen sich selbstverständlich dem Auftrieb stets eine größere oder geringere Anzahl von Bodenformen bei, vor allem von solchen Formen, die wie *Licmophora* und *Cocconeis* sich auf anderen Algen oder Tierkolonien festheften und dann leicht in der Wasserlinie bei schnellen Niveauänderungen und heftigeren Wellenbewegungen losgerissen und fortgetrieben werden. Die Zahl dieser pseudoplanktonischen Diatomeen kann eine ziemlich erhebliche werden; so fand ich von *Licmophora* im Maximum 390 000, von *Cocconeis* 810 000 in 100 Litern; bei ihrer Kleinheit bedeutet das aber für die Masse des Planktons so gut wie nichts, wie die Tabelle XIV auf Seite 246 zeigt.

Neben diesen benthonischen Formen finden sich aber einige wenige echt planktonische Arten: *Thalassiothrix nitschioides*, *Asterionella bleakeleyi*, *Nitschia seriata* und *closterium*.

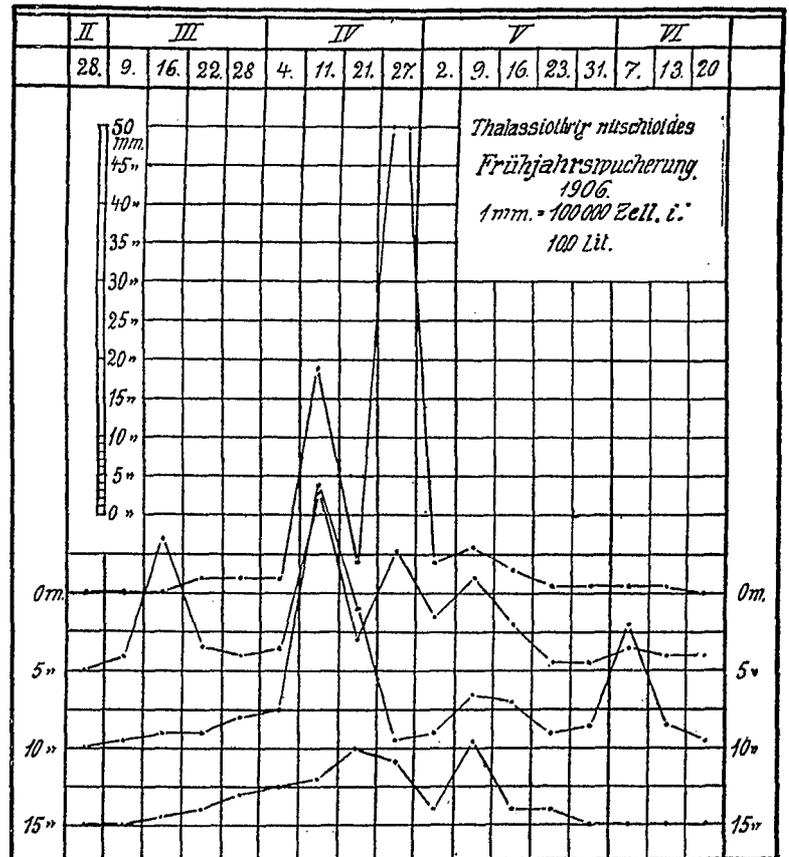


Fig. 19. Auftreten von *Thalassiothrix nitschioides*.

Tabelle XV. Phyto-Euflagellaten, Monatsmittel

Namen der Pflanzen (Formen ohne Chromatophoren sind gesperrt cursiv gedruckt)	VIII ²	IX	X	XI	XII	I
I. Phyto-Euflagellaten mit grünen Chromatophoren:						
1. <i>Eutreptia</i> sp.	90.000	14 000	72 000	35 000	20 000	95 000
2. <i>Carteria</i> sp.	520 000	1 000 000	120 000	330 000	9 100	82 000
II. Phyto-Euflagellaten mit gelben Chromatophoren:						
a) Peridinales:						
aa) Gymnodiniaceae:						
1. <i>Pyrocystis lunula</i> Schütt, <i>forma lunula</i> Sch.	v.	79	—	—	—	—
2. <i>Amphidinium rotundatum</i> n. sp.	v.	550 000	23 000	940 000	274 000	223 000
3. " <i>longum</i> n. sp.	—	v.	—	—	—	—
4. " <i>crassum</i> n. sp.	9 700	580	—	—	—	3 600
5. <i>Gymnodinium vestifici</i> Schütt	84 000	2 300	5 700	240	—	—
6. " <i>roseum</i> n. sp.	2 800	—	—	—	v.	12
7. " sp. (12—15 μ) mit Chromatophoren	—	—	v.	—	—	—
8. " sp. ohne Chromat. (12—15 μ)	2 900 000	132 000	26 000	78 000	69 000	329 000
9. <i>Pouchetia parva</i> n. sp.	600	v.	9 900	1 400	—	—
10. Andere kleine Gymnodinien (10—20 μ) mit Chromat.	271 000	230 000	41 000	1 200	4 200	9 100
11. " " (10—20 μ) ohne Chrom.	—	—	—	—	—	14 500
12. " <i>große</i> " (30—100 μ)	—	—	10 000	v.	v.	47 000
bb) Prorocentraceae:						
13. <i>Exuviaella baltica</i> n. sp.	57 000	109 000	82 000	2 400	—	1 400
14. <i>Prorocentrum micans</i> Stein	3 100 000	325 000	105 000	57 000	3 100	350
cc) Peridiniaceae:						
15. <i>Glenodinium trochoideum</i> Stein	12 800	4 300	39 000	800	500	1 900
16. " sp. (farblos)	—	—	—	—	3 000	—
17. " <i>bipes</i> O. Pauls.	—	v.	2 300	—	—	—
18. <i>Heterocapsa triquetra</i> Stein	3 100 000	640	v.	—	—	125
19. <i>Ceratium fusus</i> Duj.	200 000	197 000	134 000	46 500	43 000	13 700
20. " <i>furca</i> Duj.	v.	400	130	670	v.	v.
21. " <i>longipes</i> Bail.	4 100	1 300	390	100	120	130
22. " <i>macroceros</i> Ehrenbg.	—	—	v.	—	—	—
23. " <i>tripos balticum</i> O. F. Müller	459 000	243 000	117 000	213 000	110 000	47 000
a) <i>forma typica</i>	458 000	207 000	109 000	198 000	64 000	26 000
b) " <i>penduloides</i>	—	—	17	10 500	29 000	20 300
c) " <i>pendula</i>	—	v.	v.	1 300	35 000	2 700
d) " <i>volans</i>	—	—	v.	80	3 500	1 800
e) " <i>lata</i>	87	25 300	4 100	280	—	—
f) " <i>truncata</i>	57	5 300	1 200	210	—	4
g) " <i>lineata</i>	230	2 800	2 200	1 800	67	12
h) Stadium mit kolbenförmigen Hörnern	—	400	1 800	340	75 200	28 100
i) " der Kettenbildung	45	1 800	—	7	—	—
k) " unmitelbar nach der Teilung	v.	1 300	1 500	3 300	2 600	980
l) abnorme Formen	160	340	v.	65	70	v.
24. <i>Gonyaulax spinifera</i> Cl. et L.	—	790	1 100	v.	—	—
25. <i>Dinophysis acuta</i> Ehrenbg.	121 000	38 000	25 000	16 000	19 000	3 100
26. " <i>acuminata</i> Clp. et Lachm.	5 500	9 900	5 700	1 500	—	80
27. " <i>rotundata</i> Clp. et Lachm.	2 400	6 200	1 100	1 100	200	100
28. <i>Peridinium ovatum</i> Pouchet	150	v.	300	20	—	—
29. " <i>decepiens</i> Jörg.	150	460	580	30	—	—
30. " <i>depressum</i> Bail.	720	5 300	300	8	5	v.
31. " <i>divergens</i> Ehrbg.	850	5 400	2 800	130	150	70
32. " <i>pallidum</i> Ostf.	700	460	470	150	v.	90
33. " <i>pellucidum</i> Ostf.	16 500	9 000	12 000	11 100	6 900	2 700
34. " <i>conicum</i> Gran.	350	750	2 000	140	25	560
35. " <i>pentagonum</i> Gran.	22	70	280	15	v.	—
36. " sp.	140 000	9 000	4 800	15	—	—
37. " <i>catenatum</i> Levdr.	—	—	—	—	—	—
38. <i>Protoceratium reticulatum</i> (Clp. et Lachm.) Bütschli	1 800	2 800	800	20	—	v.
dd) Polydinaceae:						
39. <i>Polycriccos auricularia</i> Bütschli	—	v.	—	—	—	—
ee) Unbestimmter Stellung:						
40. <i>Peridineencysten</i>	2 800	1 400	3 000	140	—	—
b) Chrysomonadinae:						
aa) Coccolithophoridae:						
1. <i>Pontosphaera huxleyi</i> Lohm.	5 800 000	2 900 000	120 000	4 800	—	v.
bb) Andere Chrysomonadinae:						
2. <i>Dinobryon</i> (Individuen)	260 000	—	—	—	—	—
3. Nackte Chrysomonadinen	1 200 000	2 000 000	420 000	110 000	140 000	250 000
c) Silicoflagellaten:						
4. <i>Distephanus speculum</i> Bergh.	48 000	2 000 000	150 000	70 000	8 300	1 300
III. Phyto-Euflagellaten mit roten Chromatophoren:						
1. <i>Rhodomonas pelagica</i> n. sp.	84 000	6 900 000	1 700 000	4 900 000	1 600 000	6 000 000
Summe aller Phyto-Euflagellaten	18 500 000	16 700 000	3 200 000	6 900 000	2 600 000	7 100 000
der Phyto-Euflagellaten mit grünen Chromatophoren	610 000	1 014 000	192 000	365 000	29 100	177 000
" " " " gelben	17 808 000	8 800 000	1 350 000	1 584 800	963 000	951 300
Peridinales	10 500 000	1 900 000	660 000	1 400 000	740 000	700 000
Chrysomonadinae	7 260 000	4 900 000	540 000	114 800	140 000	250 000
Silicoflagellaten	48 000	2 000 000	150 000	70 000	8 300	1 300
der " unterschiedenen " Formen " roten Chromatophoren	84 000	6 900 000	1 700 000	4 900 000	1 600 000	6 000 000
" " " " " Maxima (Nebenformen v. <i>Cerat. excl.</i>)	37	39	39	34	25	30
	14	8	2	1	—	(1)

der Individuenzahlen für 100 Liter Meerwasser.

II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel	Maximalvorkommen
490 000 130 000	5 800 000 77 000	3 300 000 27 000	65 000 140 000	260 000 110 000	14 000 000 680 000	2 900 000 660 000	27 000 000 3 900 000	19 000 000 3 900 000
—	—	—	—	—	—	—	80	—
179 000	360 000	486 000	76 700	261 000	1 525 000	37 000	4 900 000	5 600 000
—	—	—	—	—	v.	—	v.	v. (i. Vorjahre 32 000)
3 000	600	8 400	5 600	8 400	v.	—	36 000	34 000
—	v.	680	3 300	1 200	2 200	—	100 000	120 000
—	—	—	1 500	v.	120	—	5 100	5 500 (i. Vorj. 40 000)
151 000	1 100 000	967 000	140 000	14 400 000	30 200 000	12 500 000	57 000 000	65 000 000
—	—	17 000	112 000	—	49 000	243 000	6 200 000	5 600 000 (i. Vorj. 5 900 000)
11 000	6 100	1 500	24 000	5 600	v.	v.	59 000	50 000
113 000	126 100	273 000	134 000	326 000	5 100 000	940 000	7 100 000	14 000 000
—	5 000	5 400	8 900	6 000	v.	—	540 000	830 000
—	—	—	—	12 000	5 000	v.	82 000	235 000
—	—	4 200	2 100 000	933 000	100 000	98 000	3 500 000	4 000 000
120	65	110	130	85	1 800	254 000	3 800 000	5 100 000
225	475	2 000	12 600	6 400	7 400	118 000	210 000	340 000
—	—	—	—	119 000	119 000	32 000	270 000	250 000
—	—	300	421 000	6 000	17 000	v.	450 000	2 100 000
—	—	900	1 500	2 600 000	990 000	52 000	6 700 000	6 300 000
8 100	1 300	75	95	400	2 700	28 000	670 000	299 000
—	—	—	—	—	—	—	1 200	3 100
170	30	150	20	90	550	2 600	9 800	5 500
—	v.	—	—	—	—	—	v.	v.
12 000	1 600	400	350	16 400	114 000	268 000	1 600 000	678 000
5 500	650	300	250	16 400	114 000	268 000	1 500 000	677 000
4 900	550	100	67	—	—	—	65 000	71 200
970	440	20	12	v.	—	—	40 000	55 500
500	v.	—	v.	v.	—	—	5 900	9 600
—	—	—	(v.)	—	—	—	30 000	65 700
—	—	—	—	v.	v.	1 100	7 900	15 700
—	—	—	—	—	—	—	7 100	7 400
4 200	77	v.	—	—	3 500	—	110 000	123 500
—	—	—	—	—	—	—	1 900	5 200
—	—	18	19	180	930	340	11 000	8 100
v.	—	—	v.	v.	—	v.	640	1 300
—	170	2 100	230	—	—	—	4 400	7 000
160	125	670	1 800	1 400	1 600	8 300	240 000	217 000
70	20	80	3 000	2 900	850	1 700	31 000	100 000
170	70	—	40	60	280	1 300	13 000	10 000
—	v.	300	80	30	100	6 300	7 300	17 500 (i. Vorj. 37 300)
—	—	—	—	—	v.	—	1 200	1 660 (i. Vorj. 1 800)
—	v.	—	—	—	—	—	6 300	19 500
7	—	7	35	v.	v.	2 000	11 000	9 700
—	20	130	400	v.	v.	—	2 400	1 270 (i. Vorj. 1 500)
900	650	2 100	14 300	850	2 700	2 600	82 000	32 800 (i. Vorj. 357 000)
50	30	1 000	230	—	30	—	5 200	3 300 (i. Vorj. 22 900)
—	—	—	—	—	v.	4 100	4 500	12 200
—	—	—	4 700	28 000	—	v.	190 000	160 000
—	—	—	360	—	—	—	360	1 800
40	—	460	5 500	—	—	—	11 000	24 000
—	—	v.	v.	—	—	—	v.	v.
—	—	6	7 700	18 000	940	4 300	38 000	72 300
—	—	—	—	—	—	28 000	8 900 000	7 700 000
—	—	72 000	220 000	570 000	66 000	—	1 200 000	1 700 000
360 000	2 100 000	2 100 000	130 000	74 000	380 000	83 000	9 300 000	5 600 000
820	1 700	790	2 600	3 000	3 300	7 000	2 300 000	400 000
5 100 000	4 100 000	2 000 000	2 100 000	1 200 000	290 000	670 000	37 000 000	26 000 000
6 600 000	13 700 000	9 500 000	5 700 000	21 000 000	53 600 000	19 000 000	180 000 000	180 000 000
620 000	5 877 000	3 327 000	205 000	370 000	14 680 000	3 560 000	31 000 000	31 000 000
840 800	3 761 700	3 972 800	3 422 600	19 397 000	38 649 300	14 718 000	120 000 000	120 000 000
480 000	1 600 000	1 800 000	3 100 000	18 750 000	38 200 000	14 600 000	91 000 000	91 000 000
360 000	2 100 000	2 172 000	320 000	644 000	446 000	111 000	19 000 000	19 000 000
820	1 700	790	2 600	3 000	3 300	7 000	2 300 000	2 300 000
5 100 000	4 100 000	2 000 000	2 100 000	1 200 000	290 000	670 000	37 000 000	37 000 000
22	28	34	38	33	38	31	—	—
—	1	4	5	4	5	3	—	—

1. *Thalassiothrix nitschioides* Grun. und *Asterionella bleakeleyi* W. Sm.

Thalassiothrix nitschioides Grun. kommt das ganze Jahr hindurch vor und ist auch im Winter nicht selten; die Jahreskurve ist sehr flach, läßt aber noch sehr deutlich ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum, sowie eine arme Winterzeit erkennen. 1905/1906 war die Wucherung im April am stärksten. Die vertikale Verteilung ist dadurch ausgezeichnet, daß die Art die Tiefen von 5 und 10 m besonders stark bevorzugt und bei der Entwicklung der Kulminationen hier zuerst mit der Wucherung beginnt und am Ende der Perioden hier zuletzt schwindet. Die größte Volksstärke wurde jedoch am 27. IV. an der Oberfläche gefunden (17 Millionen in 100 Liter). Sehr deutlich zeigt die beistehende Kurve (Fig. 19) das verschiedene Verhalten der Pflanze in den einzelnen Tiefenschichten: in 15 m und 0 m eine einzige Wucherung im April und Mai, die an der Oberfläche außerordentlich stark, in 15 m sehr schwach ist; in 5 und 10 m neben dieser Wucherung, die stärker als in 15 m, aber schwächer als in 0 m auftritt, noch Wucherungen geringeren Umfanges im März und im Juni.

Thalassiothrix nitschioides (1 = 100 000 Zellen in 100 Lit.).

	II.	III. 06				IV. 06				V. 06					VI. 06			S. S.
	28.	9.	16.	22.	28.	4.	11.	21.	27.	2.	9.	16.	23.	31.	7.	13.	20.	
0 m	v.	v.	v.	2	2	2	29	4	170	4	6	3	1	1	1	1	v.	226 c.
5 m	v.	2	17	3	2	3	23	4	15	7	12	6	1	1	3	2	2	103
10 m	v.	1	2	2	4	5	34	18	1	2	7	6	2	3	16	3	1	107
15 m	v.	v.	1	2	4	5	6	10	8	2	11	2	2	—	—	v.	v.	53
0—15 m	v.	1	7	2	3	4	25	10	35	4	9	5	2	2	7	2	1	119

Anders verhält sich *Asterionella bleakeleyi*. Sie tritt abweichend von der Mehrzahl der Pflanzen im Winter und Frühjahr auf und hält sich wesentlich an der Oberfläche. An 11 Fangtagen wurde sie in 0 m 10 mal (mit 27 600 Zell. in 1 Liter)

in 5 m 9 mal („ 7 400 „ „ 1 „)

in 10 m 3 mal („ 100 „ „ 1 „)

in 15 m 2 mal gefunden (mit 300 Zellen in 1 Liter).

Die größte Zahl wurde am 6. Dezember mit 11 Millionen in 100 Lit. aus 0 m beobachtet.

2. *Nitschia seriata* Cl. und *closterium* W. Sm.

Keine dieser beiden Diatomeen erreichte in der Untersuchungszeit größere Bedeutung; *N. seriata* war im August, *N. closterium* im April am häufigsten (86 000 resp. 180 000 Zellen in 100 Litern).

3. Phyto-Aflagellaten mit grünen Chromatophoren.

Nur wenige Formen gehören hierher, die sämtlich der Masse nach ganz zurücktreten, der Individuenzahl nach allerdings zuweilen einige Bedeutung gewinnen können, im großen und ganzen aber ziemlich bedeutungslos für die Kieler Bucht sein dürften. Ein Teil hat Gallert-

massen ausgebildet, in welche die zu Kolonien vereinigten Zellen eingebettet sind, ein anderer Teil dagegen ist mit steifen Schwebborsten ausgerüstet, die die einzelnen Zellen schwebend erhalten.

a) In Gallertmassen eingebettete Zellkolonien.

Drei Gattungen sind hierher zu stellen: *Dictyosphaerium*, *Oocystis* und *Botryococcus*. Alle drei sind wahrscheinlich Küstenformen, *Dictyosphaerium* ist nach Lemmermann sogar eigentlich im Süßwasser heimisch.

Das ganze Jahr hindurch und meistens nicht selten, trat *Botryococcus brauni* Kuetz. auf. Die traubigen, kleinen Kolonien sind auch in den Filterfängen leicht zu erkennen. Die größte Zahl wurde im April beobachtet.

Spärlicher kam *Oocystis* zur Beobachtung; aber auch sie wird das ganze Jahr hindurch im Wasser nachzuweisen sein. Die größte Volksstärke fand sich im Oktober. Die Zellen sind wie bei *O. pelagica*, Lemm. in eine große Gallertkugel eingebettet und ellipsoidisch gestaltet, etwa 5μ lang. Aber jede Zelle enthält nur einen zusammengekrümmten, großen, grünen Chromatophor, der vielleicht ab und an in 2 Platten geteilt ist und die ganze Länge der Zelle erfüllt. In dieser Beziehung würde die Art der Kieler Bucht näher mit der von Ostenfeld aus dem Kaspischen Meer beschriebenen *O. socialis* übereinstimmen, wenn nicht die Zellen bei *socialis* erheblich größer ($15-20 \mu$ lang) wären.

Dictyosphaerium pulchellum Wood wurde im Frühjahr, Sommer und Herbst beobachtet, im Winter fehlte die Alge im Januar und Februar. Sehr häufig war sie im Juni, wie überhaupt während der Zeit des salzarmen Frühjahrswassers.

b) Mit Schwebborsten ausgerüstete Einzelzellen (Meringosphaeren).

Von diesen interessanten, aber noch sehr ungenügend bekannten Formen, die zuerst Hensen aus unserem Gebiet abgebildet hat und für die ich dann 1902 die Gattung *Meringosphaera* schuf, kommen zwei Arten ziemlich regelmäßig im Auftrieb vor: *Meringosphaera mediterranea* Lohm. (syn. mit *M. baltica* Lohm.) und *M. radians* n. sp.

Meringosphaera mediterranea ist im Winter sowie im Juli und Anfang August nur spärlich gefunden, war dagegen im Herbst und im Frühjahr nicht selten. Immerhin betrug die größte Volksstärke nicht mehr als 2 Millionen in 100 Lit. Wasser aus 0 m (7. IX. 05). Ich hatte früher geglaubt, die Ostsee- und Mittelmeerform nach der Zahl der Borsten und der Größe der Zellen als zwei Arten unterscheiden zu müssen. Es hat sich aber gezeigt, daß auch hier die Pflanze fast ausschließlich in der im Mittelmeer lebenden Form auftritt und Individuen mit zahlreichen Borsten und großem Zelldurchmesser nur vereinzelt vorkommen und durch Übergänge mit den typischen Formen verbunden sind.

Die neue Art *M. radians* (Tafel IX, Fig. 36) ist durch feine, grade und völlig glatte Borsten ausgezeichnet, die gewöhnlich radiär angeordnet sind; die Zelle, deren Durchmesser 6μ beträgt, enthält mehrere große, grüne, peripher gelegene, aber zentral keilförmig vorspringende Chromatophoren und zwischen je 2 derselben entspringt eine Schwebborste. Die Borsten sind etwa 10μ lang. Die Zellen sind sehr zart und nicht wie bei den übrigen

Meringosphaeren von einer festen Membran umgeben, sie lösen sich daher unter dem Deckglase leicht auf und zerfließen. Häufig habe ich Zellen gefunden, bei denen die Borsten direkt polwärts gerichtet waren. Ich kann aber nicht sagen, ob das Folge des Absterbens oder ein normales Verhalten war. Diese Art wurde nur vom März bis August regelmäßig und in größerer Zahl von mir beobachtet; am häufigsten war sie im April, wo ihre Dichtigkeit einmal bis auf 27 Millionen in 100 Lit. Wasser stieg (4. IV. 06, 0 m). Trotzdem machte ihre Masse noch nicht $\frac{1}{2}$ cmm aus.

Außer diesen beiden Arten, die regelmäßig und in großer Zahl auftraten, beobachtete ich je einmal in nur einem Exemplar noch zwei andere Arten, von denen ich die eine auf Tafel XVII, Fig. 35 abgebildet habe, da sie sehr merkwürdig gebildete Schwebborsten besitzt. Der Durchmesser der Zelle betrug 9μ und im Zelleibe lagen mehrere grüne Chromatophoren (mindestens 3 große plattenförmige); die Membran war dick, schalenartig und mit zahlreichen fadenförmigen, steifen Borsten bedeckt, die sägezählig und nicht gerade, sondern unregelmäßig wellig gebogen waren. Ihre Länge betrug etwa 12μ . Ich fand diese Art, die *M. serrata* genannt sein mag, am 27. XI. 05. Die andere neue Art war nur 6μ groß, tief grün gefärbt und mit 4 kurzen, spitz auslaufenden geraden Borsten ausgerüstet; sie wurde am 7. V. 05 in einer Schöpfprobe aus 5 m Tiefe gefunden.

II. Phyto-Euflagellaten. (Tabelle XV und XVI, pag. 252—254.)

Wie bei den Protophyten ohne Geißeln kann man auch bei den Phyto-Euflagellaten nach Ausbildung und Färbung der Chromatophoren verschiedene Abteilungen abgrenzen. Die Mehrzahl der Formen hat wie dort gelbbraune Chromatophoren, daneben kommen andere mit grünen und mit roten Chromatophoren vor. Phyto-Euflagellaten, bei denen wie bei den Schizophyceen keine besonderen Chromatophoren ausgebildet werden, sind nicht bekannt.

1. Phyto-Euflagellaten mit grünen Chromatophoren.

Von dieser Gruppe der Planktonpflanzen fanden sich nur zwei Formen, die beide auch im Süßwasser leben: 1. Eutreptia und 2. Carteria. Die erstere Gattung wurde von mir auch im starksalzigen Wasser des Mittelmeeres bei Syrakus und selbst im atlantischen Ozean zwischen Azoren und New-York beobachtet. Sie hat sich also vollständig an das Leben im Meere angepaßt. Die bei Syrakus von mir gefangene Art war durch die große Länge ihrer beiden Geißeln ausgezeichnet, die Ostseeform hat nur kurze, kaum die halbe Länge des sehr metabolischen Rumpfes erreichende Geißeln. Etwa 8 große plattenförmige Chromatophoren liegen in dem mittleren Rumpfabschnitt und lassen Vorder- und Hinterende frei; hinter dem abgestumpften Vorderende liegt ein roter Pigmentfleck. Die Art ist nur klein, 14 — 33μ lang.

Eutreptia kommt das ganze Jahr hindurch vor, hat aber Ende März und Ende Juli zwei sehr große und regelmäßig gebildete Kulminationen; in der übrigen Zeit des Jahres ist sie relativ selten, am seltensten im September. Da ich die Individuen nicht genauer daraufhin studiert habe, ist es nicht ausgeschlossen, daß jedes Maximum einer besonderen Art angehört und mir die Artunterschiede entgangen sind. Die größte Menge, die ich beobachtete, war 379 Individuen

in 1 ccm Wasser aus 10 m Tiefe. Im allgemeinen war Eutreptia, wie untenstehende Tabelle zeigt, in den oberen Wasserschichten am häufigsten; sie trat zuerst an der Oberfläche auf und ging dann in die Tiefe, umgekehrt verschwand sie in der Tiefe zuerst und hielt an der Oberfläche am längsten aus. Offenbar hängt hiermit auch zusammen, daß Eutreptia in 15 m Tiefe zuerst wieder an Zahl abnimmt, in 10 m etwas später und zuletzt in 5 und 0 m Tiefe; das Maximum tritt in 15 m am frühesten, in 0 m am spätesten auf, da die Entwicklung mit zunehmender Tiefe früher abgebrochen wird. Eine ganz abnorme Verteilung wurde am 11. IV. gefunden, wo nur in 15 m Tiefe zahlreiche Eutreptien angetroffen wurden. Da 8 Tage vorher die Eutreptien noch in 0 und 5 m sehr häufig, 8 Tage später aber fast ganz verschwunden waren, wäre möglich, daß die Pflanzen zur Encystierung sich gesenkt hätten. Diese Erscheinung wurde aber nur bei der März-Wucherung beobachtet, Anfang August, bei dem Ende der Juli-Wucherung hielt sich das Maximum dauernd an der Oberfläche. Auch das dürfte für die Annahme zweier verschiedener Eutreptia-Arten sprechen, deren jede ihre eigene Kulminationszeit hat.

Eutreptia (1 = 100 000 Ind. in 100 Lit.).

	I. 06			II.				III.				IV.				V.				VI.				VII.				VIII.			
	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28.	9.	16.	22.	28.	4.	11.	21.	27.	2.	9.	16.	23.	31.	7.	13.	20.	27.	4.	11.	18.	25.	1.	9.	17.
0 m	1	1	2	—	2	10	v.	20	34	107	64	178	18	1	v.	v.	—	2	—	1	2	v.	2	4	306	76	127	321	279	20	11
5 m	—	4	5	4	8	14	17	18	64	55	288	146	32	1	v.	—	—	1	3	2	—	1	1	5	120	145	121	272	24	14	6
10 m	—	1	2	3	1	1	4	16	44	53	42	41	9	v.	—	—	—	—	v.	1	—	—	1	5	16	101	379	65	40	12	2
15 m	—	v.	v.	1	v.	—	—	—	12	3	2	15	118	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	29	37	72	16	6	14	2	2
0—15 m	v.	2	3	2	3	7	7	15	44	54	119	95	36	1	v.	v.	—	1	1	1	v.	v.	1	9	103	108	190	167	70	12	5

Die zweite Gattung Carteria (Tafel XVII, Fig. 5) erinnert durch Form und Färbung an die von mir bei Syrakus gefundene *Cryptomonas pelagica*, sie ist aber kleiner und besitzt vier vom Centrum der abgestutzten Vorderfläche entspringende Geißeln und dicht hinter der letzteren einen oder zwei rote Pigmentflecke. Zwei große grasgrüne, plattenförmige Chromatophoren geben der Zelle ihre tiefgrüne Färbung. Ich fand Individuen von 4—15 μ Länge. Carteria kam ebenfalls das ganze Jahr hindurch im Auftrieb vor; ihr Auftreten war aber so unregelmäßig, daß besondere Wucherungsperioden nicht erkennbar sind. Es mag das zum Teil, wie bei den nackten Chrysomonaden und Rhodomonas daran liegen, daß die Zellen unter dem Deckglase leicht zerplatzen und sich auflösen und dadurch die Zählungen natürlich ungenau werden. Im Maximum fand ich 63 Zellen in 1 ccm aus 5 m Tiefe. Auch Carteria war in 0 und 5 m am meisten vertreten.

Dem Volumen nach gewinnt nur Eutreptia während ihrer beiden Wucherungen einige Bedeutung (Maximalvolumen 13,3 ccm).

2. Phyto-Euflagellaten mit gelbbraunen Chromatophoren.

Zu dieser im Meere vorherrschenden Gruppe der geißeltragenden Protophyten gehören die drei Familien der Peridinales, Chrysomonadinae und Silicoflagellaten. Die

Silicoflagellaten sind nur aus dem Meere bekannt, die beiden anderen Familien kommen auch im Süßwasser vor, erreichen aber im Ozean eine ganz besonders starke Entwicklung. Alle drei bilden charakteristische Bestandteile des Meeresplanktons.

a) Die Peridinales.

Im Anschluß an Schütt gliedere ich die überaus formenreiche Familie in die Unterfamilien der Gymnodinien, Procoentraceen und Peridiniaceen, deren jede einen hervorragenden Anteil an der Zusammensetzung des Auftriebs nimmt. An dieselben reiht sich schließlich noch die nur durch eine Gattung vertretene Unterfamilie der Polydinaceae, die Kofoid neuerdings den Gymnodinien einreihen will. Irgend welche Bedeutung gewinnt aber diese Abteilung für die Ostsee nicht.

Die Gymnodinien bilden eine Gruppe von sehr unsicherem Umfange, da als Gymnodinien wahrscheinlich manche Jugendzustände anderer Peridineen und möglicherweise selbst solche anderer Organismen beschrieben sind. Ich komme hierauf weiter unten zurück. Diese Formen bereiten außerdem wegen ihrer Empfindlichkeit und der schnellen Deformierung, die sie beim Absterben erleiden, der Untersuchung einige Schwierigkeiten.

α) Gymnodiniaceen.

Die Gymnodiniaceen entbehren eines Cellulosepanzers und sind daher zum großen Teil äußerst empfindlich; unter dem Deckglase treten sehr bald Verunstaltungen der Form, Bersten und Zerfließen des Körpers ein; die Geißeln bekommt man nur selten zu sehen, offenbar werden sie beim Absterben frühzeitig abgestoßen. In den konservierten Filterfängen sind die meisten Gymnodinien daher gar nicht oder nur sehr schwer noch als solche erkennbar, von den Müllergaze-Netzen wird nur *Pyrocystis* überhaupt zurückgehalten. Es ist daher nötig, diese Pflanzen im lebenden Zustande zu untersuchen und, wenn man quantitative Werte erhalten will, sie durch Centrifugieren geschöpften Wassers zu sedimentieren. Sind die Schwimmbewegungen unter dem Mikroskop zu störend, so kann man die Gymnodinien durch Osmiumdämpfe betäuben. Für qualitative Untersuchungen sind die Fangapparate der Appendicularien ausgezeichnete Fundstellen von Gymnodinien; aber auch Filtrationen liefern gutes Material, wenn dafür gesorgt wird, daß das Filter stets mit reichlichem Wasser gefüllt bleibt und das Sediment stets aufgerührt wird. Man erhält dadurch eine fortschreitende Anreicherung des Filterwassers mit Plankton, so daß man schließlich mit jedem Tropfen, den man unter das Mikroskop bringt, einige oder selbst zahlreiche Gymnodinien fängt.

Es ist mir nicht möglich gewesen, die zahlreichen Gymnodinien, die ich in der Kieler Bucht antraf, spezifisch zu unterscheiden, daher sind nur einige Arten unterschieden und im übrigen Gruppen gebildet. Eine Unterscheidung der Arten würde eine sehr zeitraubende und mühsame Arbeit bilden, die vor allem auch die Entwicklung berücksichtigen müßte. Es ist nämlich eine interessante Erscheinung, daß bei Protozoen Schwärmer beobachtet sind, die nach Gestalt und Geißelausrüstung ganz und gar mit Gymnodinien übereinstimmen. Für Radiolarien hat Brandt solche Schwärmer abgebildet und die Ähnlichkeit mit Gymnodinien besonders hervorgehoben (Arch. Protistenkunde, Bd. 6, pag. 253/254, Taf. 12, Fig. 8 und 9; 1905), für

Tintinnen hat Laackmann (Wissenschaftl. Meeresunt., N. F., Abt. Kiel, Bd. 10, pag. 27) Schwärmer von Gymnodinien-Gestalt beschrieben und ich habe dann den Nachweis führen können, daß hier 2 Geißeln vorhanden sind, von denen die eine äquatorial gelagert, die andere meridional gerichtet ist und frei schwingt (Tafel XVII, Fig. 6). Diese Gymnodinoiden-Schwärmer sind farblos und 6—18 μ groß. Bei den Radiolarien hat der Körper die Form eines Doppelkonus, indem eine Längsfurche fehlt oder doch nicht tiefer einschneidet; bei den Tintinnen hingegen ist die eine Körperhälfte wie bei der Gattung *Gymnodinium* durch die tief einschneidende Längsfurche in zwei Kegel zerlegt. Ist schon die Ringgeißel der Radiolarien-Schwärmer sehr merkwürdig, so ist diese Ausbildung der Längsfurche noch auffälliger. Da nun die Gymnodinien zum Teil keine Chromatophoren besitzen und also, soweit sie nicht nach Art der Tiere feste Nahrung zu sich nehmen, saprophytisch leben müssen, so liegt die Annahme sehr nahe, daß sie zeitweilig parasitisch von anderen Organismen leben und Pouchet hat für ein kleines *Gymnodinium* (*pulvisculus*) wahrscheinlich gemacht, daß es in Form eines birnförmigen Anhangs einen Teil seines Lebens auf Appendicularien zubringt (Journal Anat. Physiolog. Année 21, 1885, pag. 59—66, Tafel 3), in deren Gewebe es mit einem stielartigen Fortsatze eingesenkt ist. Es ist daher sehr wohl möglich, daß auch bei den Tintinnen ein *Gymnodinium* schmarotzt, hier aber endoparasitisch lebt. Eine sichere Unterscheidung zwischen Protozoenschwärmern von gymnodinoider Form und echten Gymnodinien kann bei genauer Untersuchung der Kerne meiner Ansicht nach gar keine Schwierigkeit bieten, da der Peridineenkern mit seiner ganz eigenartigen Fadenstruktur von Protozoenkernen sich sofort unterscheidet. Es ist aber bei der Zartheit der Schwärmer und der Gymnodinien nicht so leicht, den Bau des Kernes zu erkennen. Es scheint mir daher vorläufig das Richtigste, die bei Tintinnen beobachteten gymnodinoiden Formen als die aktiven Stadien eines parasitischen *Gymnodiniums* zu betrachten und nicht als Tintinnen-Schwärmer (siehe auch das weiter unten bei den Tintinnen Gesagte). Bei den Radiolarien spricht das Vorkommen von gymnodinoiden Makrosporen und Mikrosporen sehr für die Radiolariennatur derselben; vor allem aber ist die Bildungsweise so oft und eingehend studiert, daß eine Verwechslung mit parasitären Formen ausgeschlossen erscheint. Aber es ist hier auch die Ähnlichkeit mit Gymnodinien viel geringer.

In der Ostsee werden wir also vorläufig alle *Gymnodinium*-ähnlichen Formen, da Radiolarien fehlen, als Peridineen zu betrachten haben. Aber da von einer Reihe von Peridiniaceen bekannt ist, daß sie gymnodinienförmige Schwärmer bilden, bleibt immer die Möglichkeit, daß ein Teil der als Gymnodinien hier aufgeführten Formen eigentlich Schwärmer von solchen gefälten Peridineen sind. Freilich sind, soviel mir bekannt, bisher derartige Schwärmer nur von farblosen Arten bekannt geworden; bei der Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse über die Fortpflanzung der Peridineen will das aber nicht viel bedeuten. Immerhin wird man annehmen können, daß solche Gymnodinien, welche in Kettenbildung angetroffen sind, selbständige Formen repräsentieren.

Einen sehr merkwürdigen Entwicklungsmodus haben die Pyrocysten (Apstein, Wissenschaftl. Meeresunt., N. F., Abt. Kiel, Bd. 9, pag. 261 u. ff.), bei denen neben dem umher-

schwimmenden Gymnodinienstadium große blasen-, spindel- oder sichelförmig gestaltete geißellose Zustände vorkommen, von denen unter lebhafter Teilung dann wieder Gymnodiniumstadien gebildet werden. In der Kieler Bucht kommen diese Formen nur ganz vereinzelt vor, so daß sie keinen Einfluß auf die Zahl der typischen Gymnodinien haben können.

Für unser Gebiet käme also nur in Erwägung, daß ein Teil der kleineren und vor allem der farblosen Gymnodinien Schwärmosporen von getäfelten Peridiniaceen sein können. Aus den Kurven läßt sich leider kein Anhaltspunkt darüber gewinnen.

Ich gebe zunächst eine kurze Übersicht der bei der Zählung unterschiedenen Formen nebst kurzen Bemerkungen zu denselben:

1. *Pyrocystis lunula* Schütt, *forma lunula* Schütt.

Von dieser Gymnodiniacee kam nur das sichelförmige Stadium, in welchem die Gymnodinium-Stadien gebildet werden, zur Beobachtung. Die Pflanzen enthielten regelmäßig mehrere solcher Gymnodinien und machten einen durchaus lebenskräftigen Eindruck. Jedoch erreichte diese Art hier sicher ihre Grenze in der Ostsee, da sie auch auf den internationalen Fahrten nur bis zur Kieler Bucht gefunden ist. Ich fand *P. lunula* am 30. VIII. und 14. und 21. IX. 05 im Oberflächenwasser; an den beiden ersten Tagen nur in je einem Exemplare, am 21. IX. aber wiederholt (300 in 100 Liter). Man wird annehmen können, daß sie mit dem starksalzigen Unterstrom in die Kieler Bucht geführt ist und hier dann an die Oberfläche heraufstieg.

2. *Amphidinium rotundatum, longum, crassum* nov. spec. (Taf. XVII, Fig. 9, 15, 16).

Alle drei Arten sind neu; sie unterscheiden sich leicht durch ihre Gestalt.

Amphidin. rotundatum n. sp. hat einen kreiselförmigen, gedrungenen Körper (Taf. XVII, Fig. 9) von kreisrundem Querschnitt und 12 μ Länge. Ein oder mehrere verästelte und miteinander verbundene, goldgelbe, plattenförmige Chromatophoren liegen der Zellwand an; das Plasma ist hell und farblos. Die Zellen sind sehr empfindlich, so daß die Gestalt beim Absterben schnell verloren geht und die blasigen Zellen dann sehr an deformierte Chrysomonaden erinnern. Die Bewegung ist sehr lebhaft und gleichsam suchend, ganz anders wie bei Gymnodinium. Kettenbildung wurde im September beobachtet. Die Form kommt das ganze Jahr hindurch vor und ist dadurch ausgezeichnet, daß sie den ganzen Winter hindurch häufig bleibt; 1905/06 war sie sogar in den Winter- und Frühjahrsmonaten häufiger als im Sommer und Herbst. Sie gehört zu den am zahlreichsten auftretenden Gymnodinien.

Amphidinium longum n. sp. ist vollständig farblos, langgestreckt und hinten zugespitzt (Taf. XVII, Fig. 15); wie bei der folgenden Art enthält das Plasma zuweilen glänzende, kugelige Ballen. Bei dem Schwimmen ist das kurze hütchenförmige Ende nach vorne gerichtet. Leider wurde kein Individuum gemessen, so daß ich die Größe nicht angeben kann; doch möchte ich es auf 25 μ Länge schätzen. Diese Art ist viel spärlicher vertreten als die vorige; sie wurde nur im Sommer gefunden. Unter dem Deckglase zerfließt sie sehr leicht.

Amphidinium crassum n. sp. (Taf. XVII, Fig. 16) steht *longum* sehr nahe, ist aber erheblich dicker und hinten breit gerundet. Beide Arten sind leicht zu unterscheiden. Gewöhnlich liegt im Plasma ein großer, gelbbrauner, glänzender Körper; das farblose Plasma ist

von vielen stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt. Die Länge beträgt 27μ . *Amphid. crassum* ist häufiger als *longum* und wird wahrscheinlich das ganze Jahr hindurch vorkommen, da sie noch im Januar beobachtet wurde. Ein ausgesprochenes Maximum und Minimum trat jedoch nicht hervor. Auch *Amph. crassum* zerfließt leicht.

3. Gymnodinium-Arten.

Hierher stelle ich zunächst eine Gruppe kleiner, gedrungener Formen von etwa kugeligem Umriß mit scharf einschneidender, schmaler Ringfurche und deutlich ausgebildeter, aber nur in der hinteren Körperhälfte verlaufenden Längsfurche. Sicherlich umfaßt dieselbe eine größere Zahl verschiedener Arten, die sich, wie Fig. 7 und 8 auf Tafel XVII zeigen, durch die Form des Vorderrumpfes und die Tiefe, bis zu welcher die Längsfurche in den Körper einschneidet, sowie endlich durch den Besitz oder das Fehlen von Chromatophoren unterscheiden. Die Größe beträgt $12-18 \mu$. Hierher gehören auch die in Tintinnen (*Tintinnopsis*) schmarotzenden Gymnodinien (Taf. XVII, Fig. 6). Bei den Zählungen habe ich nur die farblosen von den chromatophorenführenden Formen getrennt; die Chromatophoren waren plattenförmig, wandständig und braungelb oder grün. Auch hiernach würden wahrscheinlich noch Arten zu trennen sein.

a) Die Gymnodinium-Formen dieser Gruppe mit Chromatophoren waren im Mai bis August 1906 außerordentlich häufig; in 100 Litern fanden sich am 18. VII. bis 65 Millionen, in jedem Cubikcentimeter Wasser also 650 Individuen, ja wenn man nur das Oberflächenwasser in Betracht zieht, so enthielt sogar jeder Cubikmillimeter 1 Individuum, da hier 1 cbcm 1037 Individuen beherbergte. Im allgemeinen kamen diese Gymnodinien sonst am zahlreichsten in 5 m Tiefe vor, am spärlichsten waren sie in 15 m Tiefe vertreten. So lag an 13 Fangtagen das Maximum der Dichte in

0 m 1 mal
in 5 m 7 mal
in 10 m 5 mal
in 15 m 0 mal

Die größte Dichte, die während dieser Zeit in den verschiedenen Tiefen beobachtet wurde, betrug in

0 m	104 000 000 Individuen	in 100 Liter
5 m :	75 000 000	„ „ 100 „
10 m	75 000 000	„ „ 100 „
15 m	1 500 000	„ „ 100 „

Im Juli 1906 machten diese Gymnodinien infolge ihrer großen Häufigkeit mehr als die Hälfte der Masse sämtlicher Peridineen aus (21,2 cmm von 40,5 cmm). Die Zeit dieses massenhaften Auftretens fiel in die Periode der höchsten Erwärmung und des niedrigsten Salzgehaltes.

b) Die farblosen, hierher gehörenden Gymnodinien erreichten lange nicht die gleiche Bedeutung. Sie fanden sich aber das ganze Jahr hindurch in beträchtlicher Menge, nahmen auch im Winter nicht sehr ab und waren im März und April bereits sehr häufig. Das vertikale Vorkommen war sehr wechselnd, nur war in der Mehrzahl der Fälle die größte Dichte auch hier in 5 m (15 mal gegen 8 mal in 0 m, 6 mal in 10 m und 7 mal in 15 m).

c) Hierher stelle ich ferner *Gymnodinium vestifici* Schütt, das in seiner Gestalt etwas an *Amphidinium longum* erinnert, auch farblos ist, aber durch die weit stärkere Entwicklung des Vorderkörpers und die Spindelform des ganzen Rumpfes deutlich abweicht. Diese Art ist 40 μ lang; der Körper ist in seinem hinteren Abschnitt längs gestreift. Sie kommt das ganze Jahr hindurch vor, ohne gerade besonders häufig zu werden; im August erreichte sie 1905 ihr Maximum.

d) Interessanter ist eine riesenhafte und schön rosa gefärbte neue Art, die ich *Gymnodinium roseum* n. sp. nennen will. Im konservierten Zustande (Taf. XVII, Fig. 27, 28) hat sie gar keine Ähnlichkeit mit einer Peridinee; sie stellt dann eine meist an beiden Enden scharf zugespitzte lanzettförmige Platte von 70—115 μ Länge dar, die bei genauer Betrachtung eine glänzende Randpartie unterscheiden läßt, in der dicht gelagert kleine, stark lichtbrechende Stäbchen liegen. Bei Einstellung auf die Oberfläche erkennt man, daß solche Körperchen die ganze Hautschicht durchsetzen und nur eine quer über den Körper verlaufende Furche frei lassen. Im zentralen Plasma liegt neben verschiedenen Inhaltskörpern auch ein großer, leicht bohnenförmiger Kern mit der für die Peridineen charakteristischen Fadenstruktur (Fig. 26 auf Tafel XVII). Die Furche tritt am Körperende gewöhnlich nur sehr wenig hervor; an dem einen Körperende ist oft die äußerste Spitze leicht abgeschnürt. Im Leben sieht der Organismus dagegen wesentlich anders aus (Fig. 25, Taf. XVII); die Quer- oder Ringfurche ist scharf ausgebildet, allerdings im Verhältnis zur Größe der ganzen Pflanze sehr schmal; der hinter ihr gelegene Rumpfabschnitt ist hinten breit gerundet, der vor ihr liegende Teil dagegen verjüngt sich stark und trägt eine nasenartig aufgesetzte, kleine Spitze, die an der einen Fläche entspringt und nicht terminal sitzt. Die Ringfurche ließ sich auf derselben Fläche, die ich die Unterfläche nennen will, nur bis gegen die Mittellinie hin verfolgen, verschwand dann aber völlig (Fig. 24). Die Hautschicht der Zelle war homogen, glänzend und machte den Eindruck einer dicken Membran, die aber nicht starr war, da sie beim Absterben ihre Gestalt änderte. Das Plasma war dicht durchsetzt von hellrosa gefärbten Vakuolen, zwischen denen Stränge körnigen Plasmas lagen; zwischen den Vakuolen befand sich im hinteren Abschnitt ein dichter, farbloser Körper, den ich für den Kern halten muß; im vorderen Abschnitt lag ein zweiter großer, aber sehr stark lichtbrechender Körper, der wohl irgend einen Reservestoff darstellt. Unter der Hautschicht, über dem vakuoligen Plasma befanden sich endlich jene lichtbrechenden Stäbchen, die auch an konservierten Zellen auffielen; bei dem von mir nach dem Leben gezeichneten Exemplare fehlten sie im Vorderkörper, bei den konservierten Individuen waren sie stets unter der ganzen Membran verbreitet. Geißeln habe ich nicht gesehen; die Zellen bewegten sich aber noch kurze Zeit unter dem Deckglase; meist gingen sie leider schnell zu Grunde. In ihrer Form erinnern sie sehr an *Amphitolus*, eines jener sonderbaren *Gymnodinien*, die ein inneres Skelett ausbilden. Hier war von einem solchen nichts zu sehen.

Dieses interessante *Gymnodinium* kommt vereinzelt wahrscheinlich das ganze Jahr hindurch vor; am häufigsten war es jedoch im Frühjahr und Sommer, wovon die folgende Tabelle ein Bild gibt; während der Winter- und Herbstzeit fand es sich nur ganz vereinzelt.

Woche:	April				Mai				Juni				Juli
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.
1905	—	—	2200	500	1500	3900	1900	400	—	—	v.	—	—
1906	—	—	—	—	—	—	—	40000	20000	9200	?	?	9000

4. *Pouchetia parva* n. sp. (Taf. XVII, Fig. 23).

Die Gattung *Pouchetia*, deren Arten durch den Besitz eines kompliziert gebauten Stigmas ausgezeichnet sind, das aus einer oder zwei Linsen und einem Melanosom gebildet wird, waren bisher nur im Warmwassergebiet beobachtet. Die zahlreichen Arten zeichnen sich vielfach durch ihre merkwürdige Form und lebhaftere Färbung aus. In der Ostsee traf ich vom April bis November eine kleine gelb gefärbte Spezies mit einer stark abgeplatteten Linse und einem enormen Melanosom. Die Zelle ist nur 33μ lang, während die meisten der bekannten Arten 70 — 130μ lang sind. Wiederholt fand ich sie in einer dünnen Gallerthülle. Auch Kettenbildung von zwei Individuen kam vor.

Die Art ist nicht sehr häufig; 50000 Individuen in 100 Litern war die größte Volksstärke. Auffällig war, wie sehr sie die tieferen Wasserschichten mied. An 23 Fangtagen kam sie 15mal in 0 m, 12mal in 5 m, 5mal in 10 m und nur 3mal in 15 m vor. Das Maximum mit 230000 Individuen in 100 Litern lag in 0 m (16. V. 06). Diese Abhängigkeit vom Licht steht wohl zweifellos mit der Ausbildung des Stigmas in Zusammenhang.

Endlich bleibt noch ein Rest von Gymnodinien, die ich als „andere Gymnodinien“ in den Tabellen zusammengefaßt und nur nach dem Besitz oder dem Mangel an Chromatophoren und nach der Größe unterschieden habe.

- a) Ein Teil derselben wird aus größeren, farblosen Arten gebildet, die nach dem spiraligen Verlauf der Längsfurche in die Gattung *Cochlodinium* zu stellen sind. Ein genaueres Studium wird zweifellos noch viele Arten in der Ostsee nachweisen; sie kamen aber stets nur vereinzelt vor, und da mir keine Zeit blieb, die einzelnen Formen näher zu untersuchen, habe ich nur einige gezeichnet. Zwei davon bilde ich ab, *Cochlodinium longum* und *C. pellucidum* n. sp. Ersteres (Taf. XVII, Fig. 22) ist 70μ lang, hellgelb gefärbt, schlank und auf der ganzen Oberfläche von fein gekörnten Längsstreifen überzogen. Die 2. Art (Taf. XVII, Fig. 21) ist nur 39μ lang, plump, farblos; das Plasma ist dicht mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt. Beide Arten wurden im Juni 1905 gefunden; ich habe ihr Vorkommen aber nicht genauer verfolgt.
- b) Ein anderer Teil ist nur 10 — 20μ groß und nur durch eine Ringfurche eingeschnürt. Das häufigste dieser Gymnodinien ist auf Taf. XVII, Fig. 17 abgebildet. Es hat eine äußerst primitive Form, indem der rundliche Körper in der Mitte seicht verengt ist; eine eigentliche Furche ist nicht vorhanden. 4 bis zahlreiche wandständige, plattenförmige Chroma-

tophoren geben der Zelle eine goldgelbe Färbung. Zentral liegt der große Kern. Die Fortbewegung geschieht unter fortwährender Drehung um die Längsachse.

Diese Form, die ich provisorisch *Protodinium simplex* nennen will, kommt das ganze Jahr hindurch im Wasser vor und zeigt eine deutlich ausgesprochene Periodizität, indem sie im Winter sehr spärlich auftritt und im Juli ihr Maximum erreicht. Sie ist in 5 m Tiefe am häufigsten und kam hier am 4. VII. 06 in 30 Millionen Individuen in 100 Litern Wasser vor.

β) Prorocentraceen.

Die Prorocentraceen, deren Panzer weder in eine vordere und hintere Hälfte zerlegt ist, noch eine gesonderte Gürtelplatte besitzt, sind gegenüber den artenreichen Gymnodinien nur durch 2 Arten vertreten: *Exuviaella baltica* n. sp. und *Prorocentrum micans*.

1. *Exuviaella baltica* n. sp. (Taf. XVII, Fig. 1).

Diese Art ist sehr klein und entgeht daher selbst in den Filterfängen leicht der Zählung, da ihre eiförmige, etwas abgeplattete Gestalt nichts Auffälliges hat. Am besten verfolgt man daher ihr Vorkommen an lebendem Material, wo die lebhaft Schwimmbewegung und die goldgelben Chromatophoren die Pflanze sofort kenntlich machen. Am stumpfen Pole saß mehrfach ein farbloser Plasmazapfen, der vielleicht von den Wurzeln der Geißeln gebildet wurde, die ich nie habe erkennen können. Ein oder mehrere stark verästelte Chromatophoren bedecken die Innenwand der Schale, ab und an bis zu einem solchen Grade, daß kaum eine Lücke bleibt. Das Plasma ist milchig und enthält zahlreiche lichtbrechende Körnchen. In der Seitenlage ist die Schalennaht deutlich erkennbar. Die Zelle wird 9—12 μ lang.

Exuviaella baltica. (1 = 10000 Individ. in 100 Litern.)

	1906															1905																
	April			Mai				Juni				Juli				August		August				September				Oktober			Novemb.			
	11.	21.	27.	2.	9.	16.	23.	31.	7.	13.	20.	27.	4.	11.	18.	25.	1.	9.	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28.	4.	12.	19.	26.	1.	8.	17.
0 m	—	—	v.	53	63	607	163	443	353	83	67	90	22	36	11	—	7	13	10	24	10	39	22	6	14	4	7	83	4	—	—	—
5 m	—	—	—	17	130	227	400	573	183	83	50	87	—	22	7	17	—	7	37	11	—	17	18	3	4	4	11	33	—	4	—	—
10 m	—	—	—	—	110	100	373	423	127	100	37	43	15	4	14	7	—	—	30	—	4	2	7	2	—	—	—	2	11	—	—	—
15 m	—	—	—	—	—	—	—	—	3	37	3	—	7	—	—	10	—	—	—	—	4	—	—	1	—	—	—	—	4	—	—	—
0—15 m	—	—	v.	14	91	210	285	389	163	81	41	45	10	14	9	9	1	4	24	8	3	13	12	3	4	2	5	25	5	1	—	—

Exuviaella baltica findet sich das ganze Jahr hindurch im Meer, ist aber im Winter sehr selten und erreicht im Mai ihre größte Häufigkeit (4 Millionen Individuen in 100 Litern). Sie ist wegen der Regelmäßigkeit ihres Auftretens von Interesse. In der vorstehenden Tabelle ist ihr Vorkommen für 100 Liter angegeben, wobei 10 000 Individuen = 1 gesetzt wurden. 1906 war *Exuviaella* häufiger als 1905; im ersteren Jahre fiel ihre Wucherung fast vollständig in die Periode des schwachsälzigen Oberstromes, so daß man eine Abhängigkeit vom Salzgehalt leicht hätte vermuten können; 1905 aber lag dieselbe, obwohl sie zeitlich fast mit der Periode von 1906 zusammenfiel, vollständig vor dem Auftreten des schwachsälzigen Wassers. Es ist also offenbar die Jahreszeit und mithin Licht und Wärme, die das Eintreten der Wucherung bedingen, und

nicht der Salzgehalt. Sehr bemerkenswert ist auch das vertikale Auftreten von *Exuviaella baltica*. Die Wucherung setzt ein in 0 m und pflanzt sich ganz allmählich bis 10 m fort; in 15 m treten erst nach dem Maximum geringe Mengen auf. Die größte Häufigkeit wird, wie bei den meisten Pflanzen, in 5 m erreicht (5,7 Millionen in 100 Litern). Die Pflanze muß in einer ganz erstaunlichen Gleichmäßigkeit während ihrer Wucherungsperiode im Wasser der Kieler Bucht verteilt gewesen sein, da Stichproben von 15 ccm Meerwasser in achttägigen Intervallen, vier verschiedenen Tiefen entnommen, eine solche Gesetzmäßigkeit der Wucherung und der vertikalen Verteilung zum Ausdruck bringen konnten.

2. *Prorocentrum micans* Stein ist nächst *Ceratium* die ihrer Massentwicklung nach wichtigste Peridinee unseres Gebietes. Schon Hensen hebt die große Häufigkeit dieser am Meeresleuchten stark beteiligten Pflanze hervor und gibt an (Über das Plankton, pag. 78), daß im September und Oktober das aus dem Netze ablaufende Wasser durch die durchschlüpfenden *Prorocentren* rot gefärbt war.

Auch das Auftreten dieser Peridinee ist sehr regelmäßig; 1905 erreichte sie ihr Maximum im August, 1906 wird es voraussichtlich in den September gefallen sein.

Prorocentrum micans (1 = 1 000 000 Individ. in 100 Litern).

Woche:	VII				VIII				IX				X				XI			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
1905	0,01'	0,01'	0,03'	0,2'	0,3'	1,4'	2,1'	3,5'	0,2'	0,5'	0,5'	0,1'	0,2'	0,1'	0,1'	0,05'	0,1'	0,1'	0,03'	0,01'
1906	(v.)	(v.)	(v.)	(v.)	0,01'	0,03'	0,7'	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

Wie Tafel XIV zeigt, verschwindet auch diese Art nie ganz, ist aber während der kalten Jahreszeit sehr selten, nimmt dann rasch im August zu, erreicht äußerst schnell ihre maximale Häufigkeit und sinkt darauf ganz allmählich auf die niedrigen Winterwerte hinab. Der Verlauf der Kurve ist ein so regelmäßiger, daß sie zweifellos die wirklichen Verhältnisse sehr genau wiedergibt und lokale und zufällige Störungen ihr nicht anhaften, es sei denn, daß die leichten An- und Abschwüngen, die aber ebensogut in wirklichen Schwankungen der Zu- und Abnahme der Volksdichte begründet sein können, solchen Zufälligkeiten zuzuschreiben wären. Ihr sehr nahe in der Regelmäßigkeit des Verlaufes stehen die Kurve von *Exuviaella*, die jedoch einen weit steileren Verlauf hat, und die Kurven von *Ceratium tripos* und *fuscus*, deren Gang umgekehrt noch gleichmäßiger als der von *Prorocentrum* ist. Es wird sich daher verlohnen, auf den Entwicklungsgang dieser Peridineen etwas näher einzugehen.

Während bei *Exuviaella* mit großer Schärfe die Abhängigkeit des Eintritts der Wucherung von der Tiefe hervortrat, indem unter anderem das Maximum in 0 m schon am 16. Mai, in 5 und 10 m 14 Tage später am 31. Mai und in 15 m erst 4 Wochen später am 13. Juni sich einstellte und das erste Auftreten der Pflanzen ähnliche Unterschiede zeigte, ist *Prorocentrum* weniger von der Tiefe abhängig, obwohl die Temperatur- und Salzgehaltdifferenzen zur

Prorocentrum micans (1 = 10000 Ind. in 100 Litern).

	Juni 05				Juli				August					September				Oktober				November				Dezemb. 05			Januar 06				Febr. 06				
	7.	14.	21.	29.	5.	12.	19.	26.	2.	9.	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28.	4.	12.	19.	26.	1.	8.	17.	24.	29.	6.	13.	20.	29.	4.	10.	17.	24.	31.	7.	14.
0 m	—	v.	1	—	v.	v.	5	23	6	208	182	431	61	43	100	59	22	23	9	32	11	11	14	5	v.	v.	v.	v.	—	v.	—	—	—	—	—	v.	—
5 m	—	—	—	—	1	2	5	33	17	187	178	212	68	77	48	39	28	22	30	32	7	14	17	4	1	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	v.	—	—	—	—
10 m	—	v.	—	1	2	2	6	18	47	18	116	244	97	23	86	40	2	15	8	9	11	17	22	3	v.	v.	1	v.	—	v.	v.	—	—	v.	—	—	—
15 m	—	—	—	—	10	—	14	7	8	37	705	160	11	7	1	46	v.	4	v.	4	7	4	30	6	3	3	v.	v.	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—
0—15 m	—	v.	v.	v.	3	1	7	22	25	115	246	250	67	42	62	44	14	18	14	19	9	13	20	4	1	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	—	v.	—
Centrifg. u. Filt.	—	v.	v.	v.	1	1	3	22	30	145	209	508	102	19	46	54	12	17	10	11	5	10	13	3	2	1	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.

Wucherungszeit dieser Form erheblich größer waren als bei *Exuviaella*. Wie die Wucherung von *Exuviaella* mit dem Vordringen des schwachsalzigen baltischen Wassers, so fällt diejenige von *Prorocentrum* mit dem sommerlichen Auftreten des starksalzigen Nordseewassers zeitlich zusammen; aber wie dort wird auch hier dies Zusammenfallen nur zufällig sein, da die Wucherung an der Oberfläche beginnt und nicht im Bodenwasser, das allein in stärkerem Grade das Ansteigen des Salzgehaltes zum Ausdruck bringt. Merkwürdig ist allerdings, daß am 17. August in dem salzreichen Bodenwasser eine ganz abnorm hohe Zahl von *Prorocentren* auftritt, 4mal mehr als in 0 und 5 m, die größte Menge, die überhaupt von mir beobachtet worden ist (70 Individuen in 1 ccm!). In ähnlicher Weise, aber in weit schwächerem Grade wiederholte sich am 8. November ein Maximum in 15 m, und auch in dieser Zeit war das Bodenwasser besonders salzreich. Ähnliche Verhältnisse kehren auch bei *Ceratium* wieder, so daß es in der Tat wahrscheinlich ist, daß das salzreiche Wasser von seinem Ursprungsorte her einen größeren Reichtum an *Prorocentren* mitbringt. Nach den Centrifugenfängen war am 24. August die Menge der *Prorocentren* etwa ebenso groß wie am 17. August, während der Filterfang, dessen Zahlen, da sie auf der Durchfischung der ganzen Wassersäule beruhen, natürlich zuverlässiger sind, zeigt, daß eine weitere Steigerung um mehr als das Doppelte erfolgt ist. Auf den Einfluß des salzreichen Bodenwassers auf die Wucherungsperioden wird also besonders zu achten sein.

γ) *Peridiniaceen*.

Unter den *Peridiniaceen* nimmt *Ceratium* die hervorragendste Stelle dem Volumen nach ein und auch an Individuenzahl wird diese Gattung nur noch von *Heterocapsa* und *Glenodinium* übertroffen.

Von *Ceratium* kommen 5 Arten in der Kieler Bucht vor, von denen aber nur 2 eine größere Häufigkeit erreichen: *Ceratium tripos balticum* O. F. Müller, *longipes* Bail., *macroceros* Ehrbg., *fuscus* Duj. und *furca* Duj. Vanhöffen hat *Ceratium fuscus* Duj. und *furca* Duj. in besondere Gattungen (*Amphiceratium* und *Biceratium*) gestellt, was jedenfalls bei der großen Formenmannigfaltigkeit der *Cerati*en praktisch ist. Ob diese Einteilung aber der Verwandtschaft der Arten entspricht, kann erst durch ein genaues Studium der Entwicklung der einzelnen Spezies festgestellt werden, da, wie schon Hensen vermutete und im Folgenden direkt nachgewiesen werden wird, *furca*-ähnliche Formen

im Entwicklungsgange von *Ceratium tripos* regelmäßig auftreten und ähnliches zweifellos auch bei anderen Arten vorkommen wird.

1. *Ceratium tripos balticum* O. F. Müller. Hensen fand (Über das Plankton, pag. 72 ff., 1887), daß zur Zeit der *Ceratium*-Wucherung neben den typischen Formen der baltischen *Ceratium tripos*-Rasse (*Cerat. tripos balticum*) plötzlich eine große Zahl abweichend gestalteter und meist auch bedeutend kleinerer Individuen auftrat, die er als Jugendformen von *Ceratium tripos* beschrieb. „Unter diesen jungen Formen zeigt sich die bei weitem größere Zahl durch Krümmung oder seitlichen Ansatz der Hörner sofort als *C. tripos*, aber einige haben völlig gerade nach hinten gehende Hörner und andere zeigen nur eine ganz leichte Krümmung dieser Hörner, so daß hier in der Tat alle möglichen Übergänge vorzukommen scheinen. Ich hatte die Formen mit gerade auslaufenden spitzen Hörnern zunächst als *C. furca*, junge Form gezählt“ „Von den der *C. furca* ähnlichen jungen Ostseeformen habe ich geglaubt annehmen zu dürfen, daß sie sich zu *C. tripos var. tergestina*¹⁾ umwandeln werden und habe sie demgemäß als junge Formen dieser Art eingetragen“. Weiterhin bemerkt Hensen „daß die Jugendformen einen recht auffallenden Unterschied zeigen. Eine Form, meist mit sofort gekrümmten Hörnern, zeigt deren Enden völlig stumpf, so daß es bei kleinerer Vergrößerung so aussieht, als wenn sie am Ende offen und wie abgeschnitten seien; in Wirklichkeit sind sie auch hier überhäutet. Selbst recht weit entwickelte Hörner zeigen noch dies Verhalten. Bei anderen jungen Tieren sind diese Hörner von Anfang an spitz Die Bedeutung dieses Unterschiedes habe ich nicht ergründen können, jedoch haben die *C. furca*-ähnlichen Formen immer spitze Hörner, so daß ich geneigt bin, auch diese Besonderheit auf die *variatio tergestina*¹⁾ zu beziehen“. „Die Entwicklungszeit der jungen Individuen scheint eine ziemlich kurze zu sein. Die Frage, woher sie kommen, kann ich nicht beantworten. Ich denke mir freilich, daß sie vom Boden aufsteigen“.

Hensen unterschied also folgende Jugendformen: 1. Hinterhörner gerade, und direkt nach hinten gehend, wie bei *Ceratium furca* (*Ceratium furca*-ähnliche Jugendform), 2. Hinterhörner seitwärts gerichtet und mehr oder weniger stark gekrümmt; von diesen Formen haben die einen gerade abgeschnittene, die anderen spitz endende Hinterhörner. Die *furca*-ähnlichen Individuen sieht Hensen als Jugendstadien von *Cerat. longipes* Bail., die anderen als junge Stadien der typischen baltischen *Ceratium tripos*-Form an.

Bei Versuchen Plankton in großen Glashäfen zu kultivieren fand ich bei der täglichen Untersuchung kleiner Wasserproben durch Zentrifugieren und Filtrieren zahlreiche Ketten von *Ceratium tripos*, die bisher in der Ostsee nicht gefunden waren. Später zeigte sich bei der Untersuchung der Netzfänge, daß in diesen keine einzige Kette zu finden war, während die Filterfänge solche enthielten. Es müssen also die Individuen einer Kette bei der Netzfiltration in der Ostsee sich voneinander lösen, während sie im Nordsee- und Ozeanwasser so fest miteinander verbunden sind, daß sie auch in den Netzfängen erhalten bleiben. An diesen Ketten ließ sich nun leicht der Nachweis führen, daß alle Jugendformen Hensens besondere

¹⁾ Gleich *Cerat. longipes* Bail., das Hensen als eine Varietät von *Cerat. tripos* ansah.

Formen von *Ceratium tripos balticum* sind und in den Entwicklungsgang dieser einen Art gehören. Es besteht hier also ein außerordentlich reicher Polymorphismus, der aber nur in ganz bestimmten Perioden des Jahreskreislaufes hervortritt und also unter den Begriff der Temporalvariationen fällt. Außer den von Hensen beschriebenen Formen kommen noch einige andere vor. Es mag daher zunächst eine Übersicht aller bis jetzt bekannt gewordenen Temporalvariationen von *Ceratium tripos balticum* gegeben werden.

a) Typische Form von *Cerat. tripos var. baltica* (Fig. 21, I^a–I^e).

Orientiert man die Zelle so, daß die Längsfurche oben liegt, so kann man die Hinterhörner als rechtes und linkes Horn unterscheiden, und damit ist eine sichere Bezeichnung aller Teile ermöglicht. Bei der typischen Form ist der Rumpf sehr groß, die Hörner entspringen mit schmaler Wurzel von demselben; zwischen den Hinterhörnern ist der Rumpfrand leicht vorgewölbt. Keines der Hinterhörner ist dem Vorderhorne zugebogen, das linke läuft ihm etwa parallel, das rechte ist etwas von ihm abgewandt. Das Vorderhorn ist lang, am Ende gerade abgeschnitten und offen. Beide Hinterhörner enden spitz und sind geschlossen.

Diese Form teilt sich, wie das Bergh zuerst nachgewiesen hat, durch Querteilung und es muß dann die Vorderhälfte den hinteren Abschnitt nebst Hörnern ergänzen und umgekehrt. Während der Regeneration können die beiden Teilungshälften miteinander verbunden bleiben, dann kommt es zur Kettenbildung. Es können die neuen Individuen sich aber auch frühzeitig voneinander trennen, dann entstehen einmal Zellen mit ganz kurzem Vorderhorn und wohlausgebildeten Hinterhörnern (I^b) sowie andere Zellen mit langem, fertig gebildetem Vorderhorn und ganz rudimentären Hinterhörnern (I^d). Die Hörner haben aber stets das charakteristisch gestaltete Ende und, soweit sie ausgebildet sind, auch die charakteristische Richtung und Gestalt. Diese unmittelbar aus der Teilung hervorgehenden, noch unfertigen Individuen sind im folgenden als Teilungsstadien bezeichnet; sie haben natürlich mit den Temporalvariationen nichts zu tun. Der Rumpf dieser typischen Form mißt ca. 52–55 μ Breite (zwischen den vorderen Ansatzstellen der Hinterhörner) und ca. 55 μ Länge; die Gesamtlänge variiert mit der Länge des Vorderhornes; ich maß 130–160 μ .

b) Temporalvariationen von *Cerat. tripos var. baltica*:

a) *Forma lata* n. forma (Fig. 21, II^a–e).

Wiederholt traf ich während der Wucherungsperiode von *Cerat. tripos* Ketten, deren hinteres Individuum dem Typus angehörte, während das vordere Individuum furca-ähnlich gestaltet war, jedoch einen breiten, plumpen Rumpf und zwar gerade, aber schräg nach hinten gerichtete Hinterhörner besaß. Diese vordere Zelle gehörte also zu der von Hensen auf Tafel VI, Fig. 59 (rechts) abgebildeten Form. Der Rumpf ist, wie auch auf dieser Photographie zu erkennen, mit einem Maschenwerk von feinen Leisten überzogen (II^e) und hat im allgemeinen noch ganz die Gestalt der typischen Form, ist jedoch kleiner und etwas schmaler. Die Hinterhörner sind stets kurz, gerade, spitz und geschlossen und meist stark divergierend, schräg nach

hinten gerichtet; aber es kommen auch Individuen vor, bei denen sie fast direkt nach hinten gerichtet sind und nur ganz wenig divergieren. Die Rumpfparte zwischen den Hinterhörnern ist noch leicht gewölbt.

Diese Form ist stets kleiner als der Typus, variiert aber sehr in der Größe, wie die Figuren II^a, II^b, II^d, II^c zeigen. Die größten Exemplare besitzen einen Rumpf von

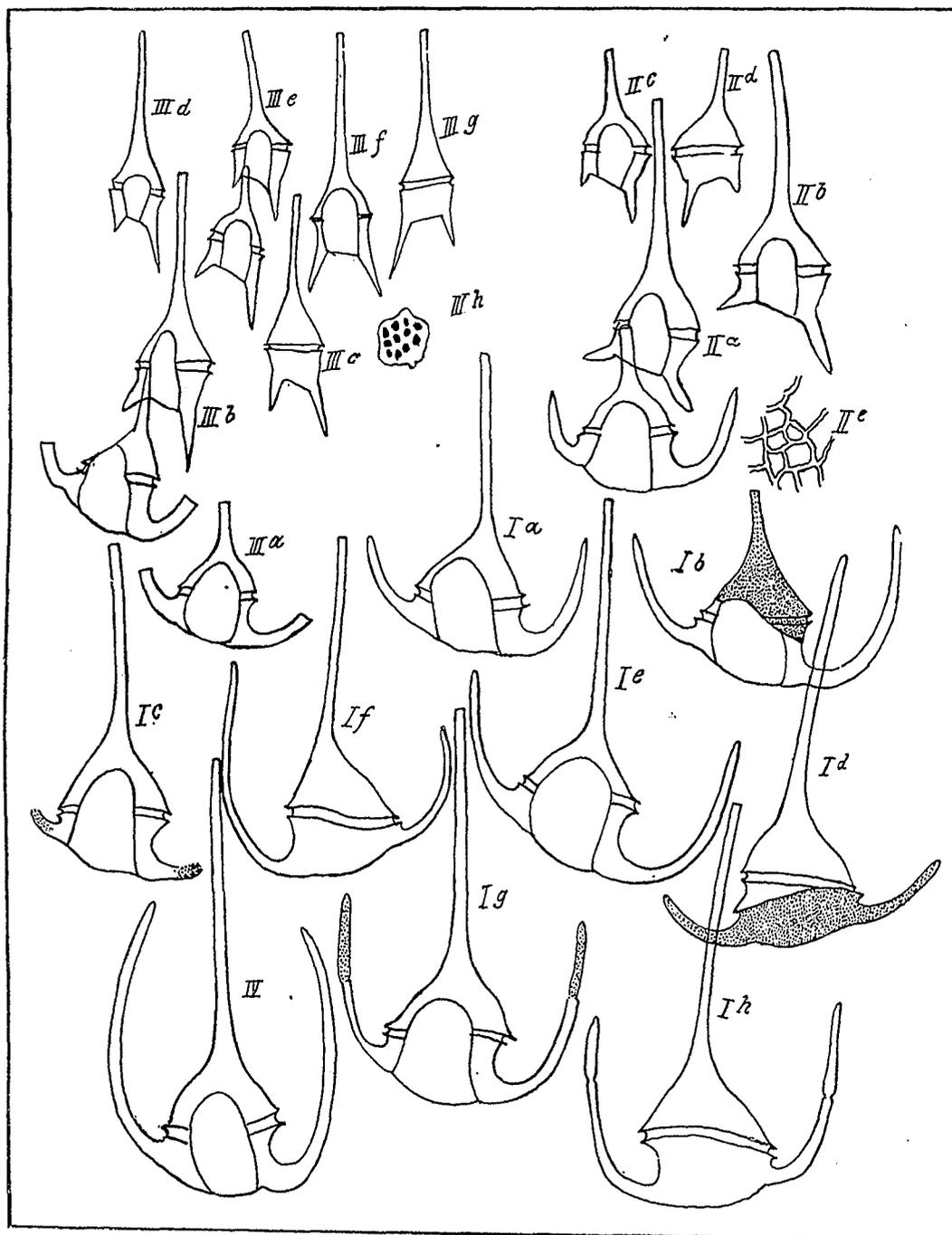


Fig. 21. Temporalvariationen von *Ceratium tripos balticum*: I. *forma typica*, a Normalindividuum; b, c, d Individuen nach der Teilung; e, f mit verlängerten Hinterhörnern. II. *forma lata*, a Kette von *forma typica* und *forma lata*; b, c, d verschieden große Individuen; e Panzerstruktur. III. *forma lineata*, a *forma truncata* (*typica* mit abgestutzten Hinterhörnern); b Kette von *f. truncata* und *lineata*; c, d, e, f, g verschiedene Individuen von *f. lineata*, in e eine Kette von *lineata*; h Panzerstruktur. IV. *forma pendula*. — Alle Figuren sind bei gleicher Vergrößerung mit der Kamera gezeichnet.

ca. 36 μ Breite und 42 μ Länge, sowie eine Gesamtlänge des Körpers von 139 μ , während die kleinsten Individuen nur einen 24 μ breiten und 30 μ langen Rumpfabschnitt bei einer Totallänge von nur 76 μ aufweisen. Die Rumpfdurchmesser dieser kleinsten Zellen sind also nur etwa $\frac{1}{2}$ so lang wie die des Typus, so daß man die Masse derselben auf nur $\frac{1}{8}$ derjenigen der typischen Form wird schätzen können.

β) *Forma lineata* n. f. (synonym: *Ceratium lineatum* Ehrbg.) (Fig. 21, III^{b-h}).

Andere Ketten (III^a) bestanden ebenfalls aus einem furca-ähnlichen und einem dem Typus ähnlichen Individuum, und auch hier war letzteres das hintere. Aber beide Individuen wichen von denen der vorigen Ketten ab. Das vordere Individuum war sehr schlank, sein Rumpf stand seiner Form nach fast genau in der Mitte zwischen *Ceratium furca* und *tripos balticum*, seine Konturen waren nicht gerundet, sondern gradlinig, die Länge erheblich größer als die Breite. Die Struktur des Panzers ist durch dicht stehende, tiefe Grübchen ausgezeichnet (III^h) und sehr verschieden von der der *forma lata*. Die Hinterhörner sind schlanker als bei *lata* und meist viel mehr nach hinten gerichtet, aber stets divergieren sie etwas. Die Größe von *lineata* zeigt die gleichen Unterschiede wie die *forma lata*, jedoch sind die kleinsten Individuen noch etwas zierlicher. Die Rumpfbreite variierte zwischen 21 und 30 μ , die Rumpflänge zwischen 30 und 36 μ ; die Gesamtlänge der Zelle (Hörner inkl.) war 70—130 μ . Man wird die Masse der kleinsten Exemplare daher auf etwa $\frac{1}{10}$ derjenigen des Typus schätzen können.

γ) Das hintere Individuum hat völlig den Rumpf und die Hörnerbildung des Typus, aber die Hinterhörner sind kurz über der Wurzel gerade abgeschnitten. Die Länge der Hörnerstümpfe wechselt sehr; es kommen Individuen vor, bei denen nur die Ansatzstellen der Hörner erkennbar sind, und andere bei denen die Stümpfe eine erhebliche Länge haben. Ich nenne diese Form *truncata* n. f. In der Panzerstruktur ist sie nicht vom Typus verschieden.

In der Größe füllt sie die Lücke zwischen den größten Individuen der *forma lineata* und den kleinsten typischen Zellen aus, wie man aus den Figuren I^c, III^a und III^b ersieht; in I^c ist ein Teilungsstadium abgezeichnet, bei dem der Hinterrumpf der *forma truncata*, der Vorderrumpf aber noch dem Typus angehört; aus der neuen Teilung würde voraussichtlich eine *forma truncata* wie in III^a mit zierlichem kurzgehörntem Vorderleib hervorgehen und eine 2. der Mutterzelle gleiche Mischform aus Typus und *f. truncata*.

Die *forma lineata* hat Hensen (loc. cit.) auf Tafel 6, Fig. 62, die *forma truncata* ebendort in Fig. 60 und 61 wiedergegeben.

Diese 3 Formen (*f. lata*, *lineata*, *truncata*) treten gleichzeitig neben der typischen Form während des Hochsommers und Herbstes auf, und fehlen während des übrigen Jahres so gut wie ganz; nur ganz vereinzelt begegnen einem auch im Winter und Frühjahr Exemplare derselben. Wie die Anordnung der Formen in den Ketten beweist, ist das Mutterindividuum bei ge-

mischten Ketten stets eine typische Form oder eine dieser sehr nahe stehende *f. truncata*. Ich habe nie heteromorphe Ketten angetroffen, bei denen das Mutterindividuum (hintere Hälfte des hinteren Individuums + vordere Hälfte des vorderen Individuums) eine *f. lata* oder *lineata*, oder eine furca-ähnliche Form gewesen wäre. Es bilden also typische *Cerat. tripos balticum* zu bestimmten Zeiten diese Nebenformen aus; letztere können sich durch Teilung, unter Bildung gleichförmiger Ketten vermehren (III^e), aber nicht wieder zur typischen Form zurückkehren. Die *forma truncata* bildet offenbar nur eine Zwischengeneration zwischen der typischen Form und der am meisten vom Typus abweichenden *forma lineata*. Gemeinsam ist allen 3 Nebenformen die Reduktion der Hinterhörner, die bei *f. truncata* einfach gestutzt, bei *f. lata* und *lineata* aber zu kurzen, spitzen, nach hinten gerichteten Fortsätzen umgebildet werden. Ferner sind alle Formen kleiner als der Typus, die furca-ähnlichen Formen sogar ganz erheblich kleiner ($\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{10}$ des Volumens des Typus).

- δ) Schon während des Sommers treten vereinzelt Formen auf, die zu den bisher beschriebenen Nebenformen in geradem Gegensatze stehen, da bei ihnen die Hinterhörner nicht reduziert (Fig. 21, IV), sondern im Gegenteil abnorm stark ausgebildet sind. Diese Form mag *f. pendula* genannt sein. Sie verdrängt im Winter, nachdem die anderen Nebenformen selten geworden sind, den Typus immer mehr und mehr, so daß sie im Dezember und Januar die Hauptmasse von *Ceratium tripos* bildet. Später gewinnt dann der Typus wieder die Oberhand, der im Frühjahr fast allein angetroffen wird. Die *f. pendula* ist durch alle Übergänge in der Länge der Hinterhörner (*f. penduloides*) mit der typischen Form verbunden, der sie in allen übrigen Gestaltsverhältnissen völlig gleicht. Die Hinterhörner biegen sich jedoch, je länger sie werden, um so stärker dem Vorderhorne zu. In der Größe ist kein wesentlicher Unterschied beider Formen wahrzunehmen. Sehr bemerkenswert ist nun, daß bei dieser Form eine ganz eigenartige Umgestaltung der Enden der Hinterhörner vorkommt, die zu gleicher Zeit auch bei den typischen Formen vielfach beobachtet werden kann, indem die Enden keulenförmig anschwellen. Dabei sind dieselben von einem nur ganz dünnen, zarten Panzer umgeben und gegen den normal gebildeten Abschnitt der Hörner in einer scharfen geraden Linie abgesetzt. Man würde diese Formen offenbar am besten mit der *f. truncata* vergleichen; wie jene den Übergang vom Typus zu den furca-ähnlichen Nebenformen vermittelt, so bilden diese „kolbenhörnigen Formen“ den Übergang zwischen dem Typus und der ausgebildeten *f. pendula*. Dort wird die Reduktion der Hinterhörner durch Stutzung, hier die Überentwicklung durch Anschwellung der Enden eingeleitet. Das Vorkommen der verschiedenen Formen würde sich sonach dahin zusammenfassen lassen, daß im Frühjahr und der ersten Hälfte des Sommers die typische Form herrscht, Ende des Sommers und im Herbst

die Formen mit reduzierten, im Winter die Formen mit verlängerten Hinterhörnern auftreten.

Während die Hinterhörner in dieser merkwürdigen Weise auswachsen, wird das Vorderhorn, das nicht geschlossen, sondern offen und gerade abgeschnitten ist, in anderer Weise verlängert. Es werden nämlich einfach neue, ganz unbedeutend engere Panzerstücke angesetzt, so daß die Hörner, vor allem wenn 2 oder gar 3 mal solche Verlängerungen stattgefunden haben, bei starker Vergrößerung an ein lang ausgezogenes Fernrohr erinnern. Die Grenzen zwischen alten und neuen Ansätzen sind stets deutlich wahrnehmbar. Leider habe ich das Vorkommen dieser Verlängerung des Vorderhornes nicht statistisch verfolgt; so viel ich erinnere, war sie aber gleichfalls am häufigsten im Winter.

Vergleicht man diese Polymorphie von *Ceratium tripos balticum* mit dem was sonst bei *Ceratium* des Süßwassers und Meeres bekannt geworden ist, so ist zunächst von Bedeutung, daß das im Süßwasser fast der ganzen Erde verbreitete *Ceratium hirundinella* O. Fr. Müll. nach den sorgfältigen Beobachtungen von Geza Entz jr. (Beiträge zur Kenntnis des Planktons des Balatonsees, in: Resultat. Wissensch. Erf. Balatonsees, Bd. II, Teil I, 1906, pag. 16 ff.) ebenfalls sehr große Gestaltunterschiede im Jahreskreislaufe erkennen läßt, mit denen zugleich eine Größenänderung verbunden ist. Während die großen Frühlingsformen in der Gestalt des Rumpfes und der Form und Richtung der Hinterhörner den kurzhörnigen, kleinen Formen von *Ceratium tripos* zum Teil in hohem Grade ähneln, sind die kleinen, während der Wucherungsperiode auftretenden Sommerformen durch die Breite und Kürze des Rumpfes und die Richtung der Hinterhörner dem *Ceratium candelabrum* Stein der warmen Meeresgebiete viel ähnlicher. Der Größenunterschied ist aber, wie es scheint, durchaus nicht ein so großer wie bei *Ceratium tripos*, und überhaupt macht es den Eindruck, als ob bei der Süßwasserform die individuelle Variabilität in jeder Jahreszeit eine recht erhebliche sei (man siehe besonders die Abbildungen auf Seite 25). Interessant ist für uns vor allem 1. daß auch bei *Cerat. hirundinella* im Sommer erheblich kleinere, durch Gestalt des Rumpfes, Struktur des Panzers und die Richtung der Hinterhörner ausgezeichnete Individuen auftreten, während im Frühjahr die großen typischen Formen vorherrschen, und 2. daß diese Temporalvariationen bei einer *Ceratium*-Form auftreten, die ihrer Gestalt nach entschieden viel nähere Beziehungen zu der *Ceratium furca*-Gruppe (*Biceratium*, Vanhöffen, Zoolog. Anzeiger, 1896, Nr. 499) als zu der *Ceratium tripos*-Gruppe (*Ceratium s. str.* Vanhöffen) besitzt; 3. daß bei *Ceratium hirundinella* keine Abstutzung der Hinterhörner vorkommt wie bei der *forma truncata* des *Cerat. tripos*. Man wird also nicht nur bei den übrigen im Meere lebenden Arten der Gattung *Ceratium* Schrank em. Vanh., sondern auch bei den *Biceratium*-Arten auf Temporalvariationen achten müssen, und es scheint nicht ausgeschlossen, daß sich in dem Verhalten der Hinterhörner bei diesen Temporalvariationen ein durchgreifender Unterschied zwischen beiden Gattungen ergibt. Besonders zu beachten würden die Beziehungen sein, die die *Ceratium furca*- und *Ceratium candelabrum*-Formen auf der einen Seite, die *Ceratium tripos*- und *Ceratium pentagonum*-Formen auf der

anderen Seite zueinander besitzen. Ein sorgfältiges Studium der heteromorphen Ketten müßte hier Aufschlüsse geben.

Minkiwicz hat aus dem Schwarzen Meere (Zoolog. Anzeiger, 1900, pag. 545/46) eine kurze Notiz gebracht, in der er eine Sommer- und Winterform von *Ceratium furca* Duj. abbildet und beschreibt. Es wird aber nicht gesagt, ob durch die Auffindung heteromorpher Ketten oder heteromorpher Teilungszustände der genetische Zusammenhang beider Formen nachgewiesen ist. Die Sommerform ist hier schlank und lang (307—370 μ lang, 46—50 μ breit), die Winterform breit und kurz (193—218 μ lang, 50—59 μ breit). Der Hauptunterschied liegt in der Länge der Hörner.

Entz gibt ferner (loc. cit.) an, daß er selbst bei *Ceratium tripos*, *candelabrum* und *Cerat. furca* var. *baltica* Winter- und Sommerformen beobachtet habe. Die Winterformen seien gedrungen, kurzhörnig, die Sommerformen schlank und langhörnig. Die Beobachtungen sind leider in einer Ungarischen Zeitschrift (Növénnytani Közlemények, Bd. I, 1902) veröffentlicht und daher gänzlich unzugänglich. Nach dem Titel handelt es sich um Plankton des Adriatischen Meeres (*A Quarnero Peridinedi*). Da *Ceratium furca* var. *baltica* synonym mit der *forma lata* und *lineata* von *Ceratium tripos balticum* ist, so ist ihr Vorkommen im Mittelmeer nicht überraschend, es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß sie dort an verschiedene Jahreszeiten gebunden vorkommen sollten, während sie hier beide auf Hochsommer und Herbst beschränkt sind. In Plankton aus dem nordatlantischen Ozean habe ich auch unserer *form. lineata* und *lata* ähnliche Formen angetroffen, die zu dem dort vorherrschenden *Ceratium lunula* zu gehören schienen.

Neuerdings hat Karsten bei der Bearbeitung des von der Valdivia-Expedition gesammelten Phytoplanktons (Ergebnisse Deutsche Tiefsee-Expedition, Bd. II, Abt. 2, Marines Phytoplankton, pag. 526—530) der *forma truncata* ähnliche Formen von *Ceratium tripos flagelliferum* Cl. (Tafel 49, Fig. 22^c), *macroceros* Ehrbg. (Fig. 28^b und ^d) abgebildet und auch bei verschiedenen Arten das Auswachsen der Hörner beobachtet. Das Vorderhorn wuchs nur in der von mir gesehenen Weise durch Anfügung neuer, am freien Ende offener Panzerstücke, bei den Hinterhörnern dagegen kam neben diesem Modus auch die keulenförmige, oben beschriebene Anschwellung der Hornenden vor (*Cerat. flagelliferum* Cl.).

Nach allen diesen Beobachtungen kann es wohl kaum noch einem Zweifel unterliegen, daß sowohl bei *Ceratium* wie bei *Biceratium* verschiedene Formen zu einer Art zusammengehören.

Die eigentliche Bedeutung dieses Formenwechsels ist mir nicht klar geworden. Jedenfalls muß das Auftreten der kurzhörnigen Formen eine durchaus andere Ursache haben als das der Formen mit verlängerten Hörnern. Die letzteren treten zwar vereinzelt das ganze Jahr hindurch auf (nur im Juli sah ich keine), sind aber nur im Winter und Frühjahr häufig; ihr Maximum fällt in den Dezember, Januar, Februar und März. Ihre Zahl ist dann der des Typus gleich oder übertrifft sie sogar. Es liegt zweifellos am nächsten, ihre Zunahme mit einer Abnahme der Tragfähigkeit des Wassers in Beziehung zu setzen, die als Reaktion das Auswachsen der Hörner und also eine Vermehrung des Formwiderstandes hervorriefe. Aber die

Monate, in denen die langhörnigen Formen kulminieren, umfassen gerade im Gegenteil die Zeit der größten inneren Reibung, in der das Schweben der Zellen also unter sonst gleichen Bedingungen gegenüber dem übrigen Jahre besonders erleichtert sein muß, so daß man eher eine Reduktion der Schwebvorrichtungen erwarten sollte. Man könnte daher höchstens die Annahme machen, daß die Ceratien, deren Hörner trotzdem sich verlängern, aus Gebieten noch stärkerer Konzentration des Wassers in die Kieler Bucht hineingetrieben sind und sich auf diese Weise an die Abnahme der Tragfähigkeit anpassen. Die Mächtigkeit des starksalzigen Unterstromes gerade im Winter würde diese Auffassung unterstützen, aber unverständlich bliebe, weshalb nicht im Hochsommer jeder Vorstoß des Unterstromes ebenso wirkt. Vielleicht treten hier die Differenzen zu plötzlich und zu stark auf. Bemerkenswert bleibt aber, daß die Hörner nicht nur länger werden, sondern auch ihre Richtung ändern und zwar so, daß sie sich dem Rumpfe und dem Vorderhorn zuwenden und also die Lokomotion erleichtern. Es könnte die ganze Formänderung also auch der Ausdruck für ein stärkeres Bewegungsbedürfnis sein und dieses würde sich leicht aus der Lichtarmut der Wintermonate ableiten lassen.

Nicht klarer liegen die Verhältnisse bei den kurzhörnigen Formen. Noch weniger als bei den langhörnigen Formen handelt es sich hier um eine Formänderung aller Individuen von *Ceratium tripos*. Im Maximum erreichten sie überhaupt nur $\frac{1}{2}$ der Anzahl des Typus, meist kamen aber auf 100 Individuen der typischen Form nur 1—12 kurzhörnige Zellen. Die Zeit ihres Auftretens war ferner sehr kurz und die Tragfähigkeit des Wassers war während derselben, wie aber auch schon im Juni und Juli, eine sehr geringe. Die Formänderung erfolgt hier erst im Laufe von einigen Generationen und führt zu einer sehr bedeutenden Herabsetzung des Volumens und einer derartigen Umbildung der Rumpfform und der Hinterhörner, daß beide einer Schwimmbewegung möglichst geringen Widerstand entgegensetzen. Das Merkwürdigste aber ist, daß bei dieser Formänderung regelmäßig 2 Formen entstehen: *f. lata* und *lineata*, die gleichzeitig zusammen im Plankton auftreten. Nachdem von Zederbauer bei *Ceratium hirundinella* das Vorkommen von Konjugationen nachgewiesen ist¹⁾, liegt es sehr nahe, in der *f. lata* und *lineata* Zustände von *Ceratium tripos* zu vermuten, die miteinander konjugieren. Es würde sich dann die Umgestaltung der Form als Mittel auffassen lassen, die Beweglichkeit der konjugierenden Individuen möglichst zu steigern und auch vielleicht den Konjugationsvorgang selbst zu erleichtern. Für diesen Deutungsversuch würde noch sprechen, daß beide Formen unmittelbar nach der höchsten Kulmination aber noch während der Wucherungsperiode der Art auftreten. Jedenfalls bedarf die Polymorphie der Ceratium-Arten der genauesten Untersuchung, und es ist sicher nicht möglich, dieselbe einfach als Reaktion auf Änderungen der Tragfähigkeit des Wassers zurückzuführen. Höchst wahrscheinlich haben die einzelnen Formen eine ganz verschiedene biologische Bedeutung und dienen vielleicht teilweise der Fortpflanzung.

Das Auftreten von *Ceratium tripos balticum* und seiner Nebenformen ist nun in quantitativer Beziehung folgendes. Im Winter und Frühjahr ist *Ceratium tripos* sehr spärlich vertreten, das Minimum fiel 1906 in den April und Mai mit nur 350—400 Individuen in 100 Litern;

¹⁾ Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft, Bd. 22, Heft 1, pag. 1—8, Taf. I. 1904.

Ceratium tripos balticum (1 = 10 000 Ind. in 100 Lit.).

		VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel
1. Typus	0 m	14	24	6	17	3	1	v.	v.	v.	v.	1	8	14	98
	5 m	23	21	15	23	4	2	v.	v.	v.	v.	1	12	49	150
	10 m	53	19	19	33	5	3	v.	v.	v.	v.	v.	16	8	156
	15 m	65	15	4	2	v.	v.	v.	v.	—	—	v.	25	25	136
	0—15 m	38	20	13	22	3	2	v.	v.	v.	v.	v.	14	26	Summed.Fangzahlen
2. Kurzhörnige Formen	0 m	—	11	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	47
	5 m	—	7	1	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	31
	10 m	—	2	1	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	13
	15 m	—	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	2
	0—15 m	v. *)	5	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	*) in Filterfängen
3. Langhörnige Formen	0 m	—	v.	v.	v.	5	2	v.	v.	—	—	—	—	—	26
	5 m	—	—	—	1	7	3	1	v.	—	—	—	—	—	47
	10 m	—	—	v.	v.	8	2	1	v.	—	—	—	—	—	45
	15 m	—	—	—	v.	v.	1	v.	v.	—	—	—	—	—	3
	0—15 m	—	v.	v.	v.	6	2	v.	v.	v.*	v.*	v.*	—	—	*) in Filterfängen
4. Innere Reibung d. Wass.	64	64	74	83	86	92	96	92	88	75	67	64	66	—	

neben der typischen Form kommen einige langgehörnte Formen vor. Im Sommer steigt die Menge langsam an und erreicht im August mit 459 000 Individuen in 100 Litern als Monatsmittel die höchste Volksstärke. Zugleich treten einige kurzhörnige Individuen auf, während die langgehörnten ganz geschwunden sind. Die größte Dichte für die vertikale Wassersäule betrug 680 000 am 24. VIII. 05, die größte in einer Schöpfprobe gefundene Menge war 1 300 000 in 100 Litern oder 13 Individuen in 1 ccm (am 1. November, in 10 m Tiefe). Vom August ab nimmt dann, während nun die kurzhörnigen Formen in großer Menge erscheinen, die Gesamtzahl ganz langsam ab.

Ceratium tripos balticum, kurzhörnige Nebenformen.

Zahlen für 100 Liter	August 05		September				Oktober				November					Summe der Monatsmittel
	24.	31.	7.	14.	21.	28.	4.	12.	19.	26.	1.	8.	17.	24.	29.	
Typus	680 000	240 000	200 000	185 000	280 000	160 000	180 000	44 000	110 000	110 000	590 000	250 000	55 000	44 000	47 000	—
Kurzhörnig. F.	170	580	1990	13 900	33 000	85 800	21 900	2 810	4 620	420	8 900	2 170	c. 310	413	—	—
a) <i>f. lata</i> (67,5%)	170	—	180	5 600	30 000	66 000	14 000	1 800	420	130	1 100	270	140	—	—	119 000
b) <i>f. truncata</i> (15,5%)	—	120	310	3 600	1 700	16 000	2 600	250	1 700	90	400	600	v.	83	—	27 500
c) <i>f. lineata</i> (17,0%)	—	460	1500	4 700	1 300	3 800	5 300	760	2 500	200	7 400	1 300	170	330	—	29 700
d) Auf 100 vom Typus	0,02	0,2	1,0	7,5	12,0	53,5	12,0	6,5	4,0	0,4	1,5	0,8	0,5	0,9	—	—
Innere Reibung d. Wass.	68	64	64,5	65	65	65	66,5	71,5	75	80	78	77	84,5	84	84,5	—

Nur während einer ganz kurzen Zeit also steigt die Zahl der kurzhörnigen Formen auf 1/3 bis über die Hälfte der typischen Individuen an (21. IX. bis 4. X. 05). Die *f. lata*, die der typischen Form am nächsten steht, überwiegt unter den Nebenformen gewaltig (67,5%), während *f. truncata* und *lineata* in etwa gleicher Menge von rund 15% vorkommen, doch ist die *f. lineata* etwas zahlreicher. Dieses Verhältnis entspricht vollständig dem, was oben über die Bildungsweise von *f. lineata* gesagt wurde, die erst durch Teilung aus der

f. truncata entsteht, sich dann aber durch gleichartige Teilungen weiter vermehren kann. Die *f. lata* und *f. truncata* erreichen zu gleicher Zeit ihr Maximum (28. IX.), gut 4 Wochen nach dem Maximum der typischen Form und der Art überhaupt (24. VIII.); *f. lineata* hat verschiedene, über die Zeit ihres Auftretens verteilte Kulminationen, deren höchste auf den 1. November fällt, einen Tag an dem auch die typische Form noch einmal kulminierte (590 000 Ind. in 100 Lit.). Die *f. lata* ist in ihrem Auftreten zeitlich am meisten gebunden; ich habe sie nur im Hochsommer und Herbst beobachtet; *f. truncata* und *lineata* kommen dagegen vereinzelt auch im übrigen Jahre vor, aber ganz unregelmäßig und selten.

Wie *Ceratium tripos balticum* in der typischen Form sind auch die kurzhörnigen Nebenformen in 5 und 10 m Tiefe im allgemeinen am häufigsten, in 15 m am seltensten. Aber die vertikale Verteilung ist sehr wechselnd. Keinesfalls läßt sich jedoch ein Niedersinken aus den oberen Schichten auf den Boden während der Periode des Auftretens nachweisen.

Nur zur Zeit des Auftretens der kurzhörnigen Nebenformen habe ich Ketten von *Ceratium tripos* in der Kieler Bucht beobachtet. Es ist also möglich, daß bei den Teilungen, die man übrigens zu jeder Tageszeit, auch um die Mittagsstunde beobachten kann, die Individuen sonst nur ganz locker miteinander verbunden sind und sich sehr bald voneinander trennen.

Schon während der Zeit der Abnahme der kurzhörnigen Nebenformen stellen sich die langhörnigen Nebenformen ein, ohne daß jedoch auch hierdurch die langsam fortschreitende Abnahme der Gesamtzahl von *Ceratium tripos* aufgehalten würde. Es handelt sich hier also ebenfalls nur um eine Änderung in der Beschaffenheit der aufeinander folgenden Zellgenerationen. Aber diese Änderung greift viel weiter um sich als jene andere im Hochsommer und Herbst, so daß in der ganzen Zeit vom Dezember bis März ebensoviel oder gar noch etwas mehr langhörnige Nebenformen vorkommen als typische Formen (89—152 Nebenformen auf 100 typische Formen); im März erreichen dieselben ihr Maximum und dann kommen im Monatsdurchschnitt 152 langhörnige Individuen auf 100 typisch ausgebildete Zellen. Die nachstehende Übersicht zeigt das Auftreten dieser Formen 1905/1906:

Ceratium tripos balticum, langhörnige Nebenformen.

Zahlen für 100 Liter	IX 05	X	XI	XII	I 06	II	III	IV	V	VI	VII
1. Typus	210 000	110 000	200 000	64 000	26 000	5 500	650	300	250	16 400	114 000
2. Langhörnige F.	v.	c. 20	12 000	64 000	23 000	5 900	990	120	79	v.	—
3. Auf 100 typische Zellen	0,0	0,0	6,0	100,0	89,0	107,0	152,0	40,0	31,5	0,0	—
4. Innere Reibung d. Wass.	64	74	83	86	92	96	92	88	75	67	64

Zugleich mit diesen langhörnigen Formen tritt die kolbenförmige Umbildung der Enden der Hinterhörner auf, die sowohl bei den typischen Individuen wie bei den langhörnigen Nebenformen zur Entwicklung kommt. Sie wurde freilich auch im Juli 1906 beobachtet, als diese Formen fehlten, und ist daher nicht streng auf diese Periode beschränkt, trotzdem zeigt das Auftreten der Kolbenhörnigkeit eine sehr deutliche Beziehung zu den Langhornformen, wie das die folgende Zusammenstellung erkennen läßt:

Ceratium tripos balticum, kolbenhörnige Individuen.

Zahlen für 100 Liter	IX 05	X	XI	XII	I 06	II	III	IV
1. Typus	210 000	110 000	198 000	64 000	26 000	5 500	650	300
2. Kolbenhörnige Zellen	400	1 800	340	75 200	28 100	4 200	77	v.
3. Auf 100 typische Zellen	0,2	1,6	0,2	117,0	108,0	76,5	12,0	0,x
4. Innere Reibung d. Wass.	64	74	83	86	92	96	92	88

Außer den besprochenen Formen kommen noch Individuen mit überzähligen oder ganz abnorm gestellten und geformten Hörnern vor. Obwohl dieselben zweifellos nur als pathologische Bildungen zu betrachten sind, ist doch bemerkenswert, daß sie am häufigsten zur Zeit der Kulmination der kurzhörnigen Nebenformen auftraten, und das erscheint erklärlich, da diese Nebenformen ja grade durch eine vom Typus gänzlich abweichende Ausbildung der Hinterhörner charakterisiert sind, während bei den langhörnigen Formen nur eine Verlängerung derselben erfolgt.

Endlich beobachtet man gelegentlich Formen, deren Hinterhörner gut und in voller Länge entwickelt sind, aber weit vom Rumpfe abstehen, so daß die Zelle den Eindruck hervorruft, als schwebte sie mittelst dieser ausgebildeten Hörner im Wasser. In den Tabellen ist diese Form *f. volans* genannt. Sie geht in ihrem Vorkommen der *f. pendula* und *penduloides* parallel, mit denen sie auch das Maximum im Dezember gemein hat.

2. Die 4 übrigen *Ceratium*-Arten: *Cerat. macroceros* Ehrenbg., *longipes* Bail., *furca* Duj., *fuscus* Duj., können mit wenig Worten erledigt werden, da ihr Auftreten sich auf das Engste an dasjenige von *Ceratium tripos* anschließt. Bei allen fällt das Maximum in die Zeit von Ende August bis Anfang November und bei allen ist der Verlauf der Kurve ein sehr regelmäßiger, ohne starke Schwankungen. Da aber die Häufigkeit, in der die Arten in der Kieler Bucht auftreten, eine sehr verschiedene ist, so nimmt auch die Gestalt der Kurve eine verschiedene Gestalt bei ihnen an. Am zahlreichsten tritt *Ceratium fuscus* auf, das ein Maximum von 299 000 Individuen in 100 Litern der vertikalen Wassersäule (28. IX. 05) und von 439 000 Individuen in einer Schöpfprobe aus 15 m (21. IX. 05) erreicht. Im letzteren Falle kamen also 4 Zellen auf jeden ccm Wasser. Im allgemeinen ist auch *Ceratium fuscus* in 5 und 10 m häufiger als in 0 und 15 m, aber wenn ihre Menge sehr groß ist, findet sich zuweilen die Hauptmasse in 15 m.

Ceratium fuscus (1 = 10 000 Ind. in 100 Lit.).

	August 05					September				Oktober				November					Summe
	2.	9.	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28.	5.	12.	19.	26.	1.	8.	17.	24.	29.	
0 m	v.	v.	v.	16	10	15	15	23	23	23	4	9	2	9	5	7	1	1	163
5 m	v.	8	v.	11	12	18	11	26	42	23	11	22	5	15	15	3	3	1	226
10 m	1	2	2	14	14	10	8	22	—	9	43	6	10	22	23	4	1	2	193
15 m	1	3	7	31	5	v.	—	44	—	v.	5	v.	7	v.	v.	1	1	v.	105
0—15 m	v.	4	2	16	11	12	9	27	18	18	19	11	7	14	14	4	2	1	—

Hierin folgt *Cerat. fusus* ebenfalls *Ceratium tripos*, wie die beistehende Liste zeigt, während *Prorocentrum* und *Heterocapsa* eine andere Verteilung haben. Ketten von *Ceratium fusus* wurden nur selten gefunden.

Vertikale Verteilung von *Ceratium tripos*, *fusus*, *Prorocentrum* und *Heterocapsa*
(1 = 10000 Ind. in 100 Lit.).

	24. VIII.				28. IX.				5. X.				12. X.			
	<i>Ceratium tripos</i>	<i>fusus</i>	<i>Prorocentr.</i>	<i>Heterocapsa</i>	<i>Ceratium tripos</i>	<i>fusus</i>	<i>Prorocentr.</i>	<i>Heterocapsa</i>	<i>Ceratium tripos</i>	<i>fusus</i>	<i>Prorocentr.</i>	<i>Heterocapsa</i>	<i>Ceratium tripos</i>	<i>fusus</i>	<i>Prorocentr.</i>	<i>Heterocapsa</i>
0 m	14	16	429	1102	62	23	22	—	8	23	23	—	2	4	9	—
5 m	26	11	210	970	39	42	28	—	26	23	22	—	13	11	30	v.
10 m	86	14	241	284	3	—	2	—	21	9	15	—	47	43	8	—
15 m	125	31	156	80	v.	—	v.	—	3	v.	4	—	v.	5	v.	—

Ceratium longipes Bail. (synonym mit Hensen's variet. *tergestina*) kommt zwar das ganze Jahr vor, aber stets nur in geringer Zahl, und *Ceratium furca* Duj. tritt regelmäßig nur zur Zeit der *Ceratium*-Wucherung bei Kiel auf. Einzelne Zellen wurden jedoch auch noch im Dezember und Januar beobachtet. Die Individuen hatten gut entwickelte Chromatophoren und machten einen völlig gesunden Eindruck. *Ceratium macroceros* Ehrbg. endlich wurde nur in wenigen Individuen (2. VIII. 05 (?), 19. X. 05, 28. III. 06) beobachtet. Da diese drei letztgenannten Arten ihr Verbreitungsgebiet eigentlich in der Nordsee und im Ozean haben, so hätte man erwarten können, daß ihr Auftreten bei Kiel deutlich eine Abhängigkeit von dem schwerem salzreichen Unterstromen zeigen würde. Das ist aber nicht der Fall. Bemerkenswert ist jedoch, daß *Ceratium longipes* Bail. sowohl wie *furca* zuerst in den tieferen Schichten auftreten und *Ceratium furca* Duj. überhaupt erst mit dem Erscheinen des salzigen Bodenwassers im August sich einstellt. *Ceratium macroceros* Ehrbg. war zu selten, um Aufschlüsse zu geben.

3. Außer den Ceratien gewann während der Untersuchungsperiode eine hervorragende Bedeutung durch ihre Massenentwicklung unter den übrigen Peridiniaceen nur noch *Heterocapsa triquetra* Ehrbg. Nächste den Gymnodinien erreichte diese Art die größte Häufigkeit unter allen Peridineen, indem ihre Zahl auf mehr als 6 000 000 in 100 Litern der Wassersäule und auf 121 Millionen Individuen in 100 Litern einer Schöpfprobe aus 15 m (27. VI. 06) stieg. Diese kleine Peridinee ist dadurch sehr merkwürdig, daß sie 1905 wie 1906 zwei deutlich ausgebildete Maxima zeigte, deren eines in den Juni und Juli, deren zweites in den August fällt und zwischen denen die Volksstärke sehr gering wird. Beide Maxima waren sehr steil und kurz, so daß schon im September nur ganz wenige *Heterocapsa* noch gefunden wurden. Von Ende September bis Ende April war die Art fast vollständig verschwunden; in der zweiten Hälfte des April und im Mai trat sie wieder regelmäßig auf und erhob sich dann im Juni mit großer Schnelligkeit zum ersten Maximum. Daß hier zwei verschiedene Arten vorliegen sollten, ist mir sehr unwahrscheinlich, da ich keinerlei Unterschiede wahrgenommen habe. Das Auftreten gibt nachstehende Tabelle wieder.

Heterocapsa triquetra. (10 000 Ind. in 100 Lit. = 1.)

1905	V			VI				VII				VIII			IX				Summe		
	17.	24.	31.	7.	14.	21.	29.	5.	12.	19.	26.	2.	9.	17.	24.	31.	7.	14.		21.	28.
0 m	—	—	11	2	20	337	86	2	3	1	3	2	20	191	1102	v.	—	—	—	—	1780
5 m	v.	—	—	1	23	325	93	8	2	—	4	4	54	281	970	—	3	v.	—	—	1770
10 m	—	—	—	—	10	36	110	11	2	—	1	4	6	354	283	—	—	—	v.	—	820
15 m	—	—	—	—	—	1358	111	17	1	—	—	v.	9	201	27	v.	—	—	—	—	1724
0—15 m	v.	—	2	1	13	629	101	9	2	v.	2	3	26	277	606	v.	1	v.	v.	—	—
1906	16.	23.	31.	7.	13.	20.	27.	4.	11.	18.	25.	1.	9.	17.	24.						
0 m	10	—	10	40	25	157	343	153	3	1	—	—	—	1	?	?	?	?	?	?	740
5 m	13	38	33	99	513	460	450	1200	3	—	—	7	—	40	?	?	?	?	?	?	2860
10 m	—	—	13	29	190	50	1720	3200	—	3	—	—	v.	3	?	?	?	?	?	?	5210
15 m	—	—	—	3	33	130	12100	460	3	—	—	—	—	—	?	?	?	?	?	?	12730
0—15 m	6	13	17	50	282	218	2800	1600	2	1	—	2	v.	15	?	?	?	?	?	?	—

Wie bei anderen Pflanzen tritt zunächst auch hier hervor, daß die Wucherung an der Oberfläche beginnt und erst allmählich in die tieferen Schichten hinabsteigt; das Schwinden schreitet umgekehrt von der Tiefe zur Oberfläche fort, so daß die oberflächlichen Schichten am längsten Zellen enthalten. Der Vergleich beider Jahre ist von großem Interesse, denn die *Heterocapsa*-Wucherung verlief fast vollständig gleichartig und um kaum 8 Tage verschoben, obwohl 1905 der schwachsalzige Oberstrom erst Ende Juni erschien und Anfang August wieder schwand, 1906 hingegen der Salzgehalt schon Ende April unter 1,4% sank und sich erst Mitte August wieder auf 1,4% hob, nachdem er im Juni auf weniger als 1% gesunken war. Beide Jahre wichen also sehr erheblich voneinander ab. Der Salzgehalt kann daher keine ausschlaggebende Bedeutung ausüben und die Spaltung der Kurve in zwei Gipfel verursachen, denn wenn auch 1905 das erste Maximum gerade vor der 1,4%-Isohaline abbricht und das zweite Maximum erst nach dem Schwinden des salzarmen Wassers sich entwickelt, fällt doch 1906 die ganze erste Wucherung vollständig in die Zeit des ganz niedrigen Salzgehaltes hinein. Ebenso wenig kann die Temperatur in Betracht kommen, obgleich 1905 das Schwinden der *Heterocapsen* nach dem ersten Maximum fast genau mit der Zeit der größten Erwärmung des Wassers auf 18° und mehr zusammenfällt, da 1906 die Kulmination zum Teil in ebenso warmem Wasser abläuft. Es bleibt daher, wie mir scheint, keine andere Erklärung übrig, als daß die Wucherung der *Heterocapsen* in der Kieler Förde im Juni abläuft, dann aber Anfang August mit dem Vordringen des salzreichen Tiefenstromes *Heterocapsen* von entfernter gelegenen Teilen der westlichen Ostsee hereingetrieben werden, die ihre Wucherungsperiode noch nicht beendet haben und nun Anlaß zu dem zweiten, schnell vorübergehenden Augustmaximum geben. Es spricht sicher für die Richtigkeit dieser Deutung, daß diese Wucherung am 9. August beginnt, bis zum 24. August anhält, dann aber plötzlich verschwindet und gerade diese drei Wochen durch das Vordringen von Wasser mit mehr als 1,9% Salzgehalt ausgezeichnet sind. Ebenso stellt sich 1906 die

zweite Wucherung am 17. August ein, als der erste Vorstoß von 1,9 % Wasser erfolgte. Daß auch diese Augustwucherung ebenso wie die Juniwucherung in den oberflächlichen Schichten beginnt und erst später bis zum Boden vordringt, zeigt, daß bei *Heterocapsa* offenbar jede Wucherung diesen Verlauf nehmen muß. Zur Zeit der Kulmination stellt sich auch bei dieser Peridinee ab und an der Fall ein, daß dann die Hauptmasse der Zellen über dem Boden sich befindet, wie am 21. VI. 05.

4. Glenodinium-Arten:

Von dieser Gattung kommt eine Anzahl Spezies vor, die aber erst einer genaueren Untersuchung bedürfen. Wie *Gymnodinium* und *Peridinium* ist ein Teil der Arten farblos, ein anderer Teil mit braungelben Chromatophoren versehen. Bei Kiel fand sich vor allem *Glenodinium trochoideum* Stein und *bipes* O. Paulsen. Ersteres hat zahlreiche Chromatophoren, letzteres keine. Außerdem beobachtete ich noch etwa 3 weitere farblose Spezies, die ich aber bei den Zählungen nicht unterschieden habe.

Die *Glenodinium*-Arten kommen zeitweise recht häufig vor, vor allem *Glenod. bipes*, das im Mai 1906 in 10 und 15 m Tiefe in einer Anzahl von 3100000 Individuen und in der ganzen Wassersäule in einer Zahl von 2100000 Individuen auf 100 Liter sich fand. Die übrigen Formen waren viel seltener. Alle zeigten ein Maximum, und zwar lag 1906 das für *Glenod. bipes* im Mai, für die übrigen farblosen Arten im Juni und Juli und für *Glenod. trochoideum* im August. Ob diese Aufeinanderfolge aber wirklich typisch ist, kann erst durch sorgfältigere Untersuchungen sich erweisen. Die Kurven, welche die von mir erhaltenen Zahlen geben, sind ziemlich unregelmäßig, und die gezählten Mengen meist nur klein. Ich kann daher auch nichts Zuverlässiges über das vertikale Vorkommen angeben.

5. *Gonyaulax spinifera* Cl. et L. wurde nur spärlich gefunden; ihr Maximum lag im April.

6. Peridinium-Arten:

Diese Gattung ist die artenreichste Peridineengattung bei Kiel; ich konnte 10 Arten unterscheiden. Wahrscheinlich kommen bei mehreren derselben Temporalvariationen wie bei *Cerat. tripos* vor, da sowohl *Perid. pellucidum* Bergh. Gestaltverschiedenheiten zeigt, wie auch ganz auffällige Größenunterschiede bei *Perid. divergens* Ehrbg. und *conicum* Gran. beobachtet werden. Ich habe versucht, diese Unterschiede genauer zu verfolgen, bin aber bisher zu keinem Einblick in die Gesetzmäßigkeit ihres Auftretens gelangt. Da die *Peridinium*-Arten viel weniger in die Augen springende Merkmale besitzen als die *Ceratium*-Arten und die Gestalten der Spezies einander oft recht ähnlich sind, so erfordert ein sicheres Verfolgen der verschiedenen Variationen ein möglichst ausgiebiges Zeichnen mit der Kamera und ein sorgfältiges Ausmessen der Individuen. Es dürfte eine solche Untersuchung aber zu interessanten Ergebnissen führen.

Mit Ausnahme von *Peridinium catenatum* Lev., das nur ganz vereinzelt beobachtet wurde, sind alle hier beobachteten Arten chromatophorenfrei; dagegen kommen wie bei *Ceratium* zeitweise lebhaftere Rotfärbungen des Zellinhaltes vor, über deren Bedeutung nichts bekannt ist.

Alle Arten haben 1 Maximum: *Perid. ovatum*, *pentagonum*, *pallidum*, *pellucidum* und eine nicht näher bestimmte Spezies im August, *Perid. depressum* und *divergens* im September, *Perid. decipiens* und *conicum* im Oktober. Nur das auch in Gestalt, Bau und Verbreitung abweichende *Perid. catenatum* wurde nur im Mai beobachtet. Der August ist also in sehr ausgesprochener Weise der an Peridineen reichste Monat, ihm schließen sich noch der September und Oktober an; während des Winters nehmen alle Arten erheblich an Volkstärke ab, manche werden dann überhaupt nicht oder nur ganz vereinzelt gefunden. Nur *Perid. pellucidum*, die häufigste Art unseres Gebietes, hielt sich auch den Winter hindurch in einiger Volkstärke und bildete 1906 schon im Mai ein 1. Maximum aus. Es ist in diesem Falle aber keineswegs ausgeschlossen, daß unter diesem Namen 2 Arten zusammengefaßt sind. 1905 war der Entwicklungsgang dieser Spezies ebenso. Auch für *Peridinium* sp. ? scheint die Jahresperiode ähnlich abzulaufen. Diese Art hat nahezu kugelige Gestalt und erinnert dadurch sehr an *Peridinium globulus* Stein. Sie ist aber nur 30—37 μ groß und es fehlen vollständig die 2 stachelförmigen Hinterhörner. Dafür springt das hintere Ende der lamellosen Begrenzung der Längsfurche als eine kleine dornenförmige Spitze nach hinten vor. Das Vorderhorn ist nur durch einen ganz schwachen Vorsprung angedeutet.

Peridinium pellucidum Ostf. (1 = 1 Ind. in 100 Lit.).

	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1905							
Monatsmittel	—	—	—	140 000	12 000	1 400 c.	11 400
Monatsmaximum . . .	—	—	—	360 000	19 000	3 300	33 000
1906							
Monatsmittel	900	650	2 100	14 300	850	2 700	(2 600 *)
Monatsmaximum . . .	1 500	1 200	4 000	26 000	2 800	8 900	(7 000 *)

7. Die Dinophysis-Arten:

Die 3 Arten dieses Genus (*D. acuta* Ehrbg., *acuminata* Jörg., *rotundata* Cl. et L.), haben ihr Maximum im August und September; im Winter sinkt ihre Volkszahl erheblich. Bei *D. acuminata* Jörg. zeigt sich dieselbe Erscheinung wie bei *Peridinium pellucidum* Bergh., daß bereits im Mai und Juni die Zahl sich hoch erhebt, im Juli aber wieder bedeutend hinuntergeht. In ganz schwachem Grade tritt dies auch bei *D. acuta* Ehrbg. ein, indem das schnelle Emporsteigen der Individuenzahl im Mai, im Juni und Juli völlig aufhört und erst im August von neuem einsetzt. Gar nicht bemerkbar macht sich dagegen eine solche Hemmung der Entwicklung bei *rotundata*. Die Tabelle XV zeigt diese Verhältnisse sehr klar; dagegen gibt die nachstehende Übersicht ein Bild von den wöchentlichen Schwankungen der Individuenzahl und dem Unterschiede, der in 2 verschiedenen Jahren in der Volkstärke der Arten aufgetreten ist. Während im allgemeinen die Peridineen eine recht gleichmäßige Verteilung und eine recht gleichmäßige Entwicklung aufweisen, so daß ihre Kurven ein sehr klares Bild des Auftretens

*) 1.—17. VIII.; die Hauptentwicklung wird erst in der 2. Hälfte des Monats erfolgt sein.

herabgehen der Volksstärke hervorruft. Tritt es zurück, so treten wieder die niedrigen Zahlen hervor, die dem Entwicklungsgange im Kieler Hafen entsprechen, dringt es wieder vor, so treten die hohen Zahlen auf, die der Entwicklung der Arten in dem salzreichen Außenwasser entsprechen. Diese Unterschiede sind bei den ersten Vorstößen sehr groß (1., 17. VIII. 06; 9. und 24. VIII. 05), wo die Differenz im Salzgehalte beider Wasserarten noch 0,3—0,5 ‰ beträgt; später findet eine immer stärkere Durchmischung und Ausgleichung statt, wodurch auch die Salzgehaltdifferenzen (28. IX.) auf 0,1 ‰ hinunter gehen.

8. *Protoceratium reticulatum* Cl. et L. wurde immer von Zeit zu Zeit gefangen; die größte Zahl wurde im Mai beobachtet; am regelmäßigsten trat die Art aber im August, September und Oktober auf.

9. Zum Schluß bleiben noch 2 cystenartige Formen und die Polydiniaee *Polycriccos auricularia* Bütschli zu erwähnen. Letztere, ungepanzerte Form fand ich nur ein paarmal im April, Mai und im September. Irgendwelche Bedeutung erreicht sie nicht. Die Cysten (als „Peridineencyste“ bezeichnet) sind kugelige, dickschalige Körper, deren Inhalt ganz die Färbung von Peridineenchromatophoren hat und neben dem eiförmigen großen Kern, der die charakteristische Fadenstruktur der Peridineenkerne zeigt, oft einen orangefarbenen Tropfen umschließt. Der Durchmesser beträgt 60 μ . Die häufigste Form ist einfach kugelig und besitzt eine einfach glatte Schale; daneben habe ich vereinzelt eine zweite Form gesehen, die nicht weit voneinander zwei kleine Höcker trägt. Die erstere, die ich der Kürze halber „glatte Peridineencyste“ nennen will, wurde im Juni am zahlreichsten gefunden, fehlte vom Dezember bis März vollständig und war auch im April und November recht selten. Der Verlauf der Kurve hat so wenig Eigenartiges, daß sich aus ihm keine Anhaltspunkte über ihre Bedeutung gewinnen lassen. Der Inhalt ist ab und an in zwei Hälften geteilt; außerdem hält sie sich vorwiegend in den oberen Wasserschichten auf; sie repräsentiert also offenbar ein assimilierendes Stadium einer Peridinee wie etwa die kugeligen Pyrocystiszustände für die betreffenden Gymnodinien.

b) Die Chrysomonadinen.

In der Kieler Bucht treten nur drei Abteilungen von Chrysomonadinen auf: 1. nackte, frei schwimmende Formen, wie ich sie auch im Mittelmeer und im Ozean nachgewiesen habe; ein genaueres Studium wird unter ihnen wahrscheinlich noch verschiedene Arten erkennen lassen. Die Zartheit und das schnelle Zergehen der Formen unter dem Mikroskop machen aber die eingehende Untersuchung recht schwierig. Die bei Kiel häufigsten Formen waren kugelige Zellen von 2—9 μ Durchmesser mit zwei großen symmetrisch gelagerten, plattenförmigen goldgelben Chromatophoren und zwei gleich langen Geißeln von mehrfacher Körperlänge. Neben Formen mit zwei Chromatophoren kamen auch solche mit nur einem vor; andere Formen hatten Geißeln, die nur wenig den Körperdurchmesser an Länge übertreffen. 2. Coccolithophoriden in einer Art: *Pontosphaera huxleyi* Lohm. Diese Art war auch im Mittelmeer bei Syrakus die bei weitem häufigste Art. Sie ist sehr klein (5—10 μ D.), einfach kugelig, mit ovalen Coccolithen, deren Rand wulstig verdickt ist. An leeren Schalen fallen die

Kalkplatten leicht auf, an der lebenden Zelle sind sie wenig deutlich, so daß die Pontosphaeren leicht übersehen werden können. Neben *Pontosphaera huxleyi* kam noch eine andere schalen-tragende Chrysomonadine im Auftrieb vor, über deren Stellung ich mir keine Klarheit habe verschaffen können (Taf. XVII, Fig. 34), da ich immer nur einzelne Exemplare fand. Es sind kugelige Zellen von 21μ Durchmesser, deren Schale dicht mit kurzen Stäbchen bedeckt ist; die Menge der Stäbchen scheint sehr zu schwanken; einzelne Plättchen als Basalscheiben der Stäbchen habe ich nie erkennen können; ebensowenig konnte ich prüfen, ob die Schale aus kohlen-saurem Kalk besteht. Die in der Schale eingeschlossene Zelle enthielt vier scheiben-förmige, paarweis gelagerte, goldgelbe Chromatophoren und besaß eine die Schale durch-bohrende Geißel, mittelst der die Zelle unter drehenden Bewegungen umherschwamm. 3. Kolonien von Dinobryon.

Sowohl nach Individuenzahl wie nach Masse ist von diesen Formen die Coccolitho-phoride die wichtigste (Maxim. d. Zahl 7 700 000; Maxim. d. Volum. 0,8 cmm in 100 Litern); aber *Pontosphaera huxleyi* ist sehr charakteristischer Weise nur auf eine ganz kurze Zeit des Jahres beschränkt, indem sie im August erscheint, schnell eine große Häufigkeit erreicht, schon Mitte September wieder schnell abnimmt und Anfang November ganz schwindet. Im Januar wurde noch eine einzelne Zelle beobachtet; sie bleibt also wahrscheinlich, wie die meisten Pflanzen, das ganze Jahr hindurch in einer sehr geringen Anzahl in der westlichen Ostsee erhalten, gewinnt aber eine größere Volksstärke, nur wenn im Hochsommer das schwere, salzige Bodenwasser in die Bucht vordringt. Ohne Zweifel haben wir es daher in dieser Coccolithophoride ebenso wie in *Oikopleura dioica* mit einer Form zu tun, die in der westlichen Ostsee ihre Verbreitungsgrenze nach Osten hin findet und eigentlich dem Warmwasser-gebiete des Ozeans angehört.

Ganz anders verhält sich die Chrysomonadine mit kugelig, stäbchentragender Schale, die ich oben beschrieb. Sie ist, wie die nachstehenden Befunde zeigen, über einen viel größeren Teil des Jahres verbreitet und wurde wenigstens 1905/06 am häufigsten und regelmäßigsten im Herbst und Winter beobachtet; sehr merkwürdig ist ihr unvermittelt sehr zahlreiches Auftreten im Juli 1906:

1906—1907	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Maximal. Vork.
Monatsmittel	—	v.	v.	9600	4500	2400	4500	v ₀	—	—	—	28.000	v.	111 100 in 100 Lit.

Die nackten Chrysomonadinen, die sicher aus einer Mehrzahl verschiedener Arten sich zusammensetzen, bilden ihrer Volksstärke nach zwei deutliche Kulminationen im Laufe des Jahres aus, von denen die eine in das Frühjahr (März und April), die andere in den Herbst (September) fällt. Ihr Auftreten ist in Anbetracht der Schwierigkeiten, die die Zählung macht, und der Zusammensetzung der Gruppe aus mehreren Arten trotzdem, wie es scheint, in den Zahlen gut zum Ausdruck gekommen. Beide Wucherungsperioden sind durch zwei Minima am 8. November und am 4. Juli deutlich voneinander getrennt.

Dinobryon-Kolonien wurden vom April bis August im Auftrieb gefunden; 1906 waren sie indessen schon im August geschwunden.

Alle Chrysomonadinen teilen mit der Mehrzahl der übrigen Phytoflagellaten die Art ihrer vertikalen Verteilung, indem sie in 0 und 5 m am häufigsten sind.

c) Die Silicoflagellaten.

Hierher gehört nur *Distephanus speculum* Bergh. *Ebria tripartita* Lemm. muß zweifellos aus dieser Familie wie überhaupt aus der Klasse der Phytoflagellaten entfernt und zu den tierischen Flagellaten gestellt werden; sie unterscheidet sich, von dem Mangel der Chromatophoren ganz abgesehen, durch den Besitz einer Membran, den Bau der Skelettspangen, der Zahl der Geißeln auf das Schärfste von allen Dictyochiden. Ich habe sie daher weiter unten bei den Protozoen unter den tierischen Flagellaten besprochen.

Distephanus speculum Bergh. kommt das ganze Jahr hindurch vor und zeigt ein sehr regelmäßiges Auftreten; im Februar ist er am seltensten, im September am zahlreichsten. Die Kurve gleicht in ihrem wenig schwankenden Verlaufe und dem langsamen Abfallen und Ansteigen sehr derjenigen von *Ceratium*. Dem Volumen nach spielt *Distephanus* gar keine Rolle; auch die Individuenzahl bleibt relativ gering (2000 000 in 100 Litern aus 5 m Tiefe bezeichnet die größte von mir beobachtete Häufigkeit). Das vertikale Vorkommen bietet keine Besonderheiten.

3. Phyto-Euflagellaten mit roten Chromatophoren.

Nur eine einzige Art, die rote Chromatophoren besitzt, wurde im Auftrieb häufiger gefunden. Sie steht der von Karsten 1898 (W. M. Bd. 3, Taf. 1, Fig. 8—12, pag. 15/16) beschriebenen *Rhodomonas baltica* sehr nahe, unterscheidet sich aber in verschiedenen Punkten so deutlich von ihr, daß ich die Abtrennung einer besonderen Art, die ich *Rhodomonas pelagica* nennen will, für notwendig halte (Taf. XVII, Fig. 29—33).

Die Gestalt des Körpers sowie die Insertion der Geißeln und die Form des großen, zusammengebogenen Chromatophors ist ganz die gleiche wie bei *Rh. baltica*. Aber die Farbe des letzteren ist keineswegs ein reines Florideenrot, wie es Karsten beschreibt und abbildet, sondern ein tiefes Braunrot, das am besten der Farbe von Kastanienschalen oder dunklem Mahagoniholz zu vergleichen wäre. Erst beim Absterben und Zerfließen des Körpers tritt eine weinrote Färbung auf. Der Chromatophor ist an seinen Rändern bald glatt und leicht geschwungen, bald tief lappig eingeschnitten und stets auf der gewölbten Fläche vorne und hinten tief ausgeschnitten. Diese Einschnitte sind bald nur seicht und gerundet, bald keilförmig tief einschneidend und nicht selten trifft man Individuen, bei denen beide Einschnitte sich vereinigt haben und nun nicht ein sondern zwei Chromatophoren vorhanden sind. Der Körper der Pflanze ist in der Regel, wie auch Karsten für *Rh. baltica* angibt, seitlich stark komprimiert, so daß man zwei schmale Kanten und zwei breite Seitenflächen unterscheiden kann. Das bei der Bewegung vorangehende Körperende, das die Geißeln trägt, ist schräg abgeschnitten und oft in eine stumpfe Spitze ausgezogen; die Geißeln entspringen an demselben nicht terminal, sondern derjenigen Kante genähert, der die Innenfläche der Chromatophoren

zugewandt ist. Diese Kante, die ich als Bauchkante bezeichnen will, trägt 1 bis 4 Längsreihen kleiner perlformiger Vakuolen, die meist schon dicht hinter der Geißelbasis beginnen und verschieden weit nach hinten ziehen. Ihre Zahl und ihre Anordnung ist sehr verschieden. Von einem Schlunde, dessen Lage etwa diesen Vakuolenreihen entsprechen würde und der bei *Rh. baltica* sehr deutlich und tief eingesenkt sein soll, habe ich bei *Rhodomonas pelagica* nie eine Spur gefunden. Die gesamte Bauchkante ist vielmehr glatt und die Vakuolenreihen liegen ganz oberflächlich unter der Zellmembran. Außer diesen kleinen Vakuolen liegen noch in der Tiefe des Zelleibes eine oder zwei große Vakuolen. Der Kern, der nach Fixierung mit Osmiumdämpfen und Färbung mit Karmin sehr deutlich hervortritt, hat ebenfalls die Form einer großen, kugeligen Blase, in deren Zentrum ein Nucleolus liegt. Er lag in der hinteren Hälfte der Zelle, zwischen den Chromatophoren. Die Gestalt wechselt nicht unbedeutend und wird vor allem durch den Verlauf der Bauchkante und die Wölbung der Rückenkante bedingt. Ist erstere gradlinig oder schwach eingesenkt, so entstehen sehr gestreckte, in der Seitenansicht kahnförmige Individuen, ist sie bauchartig vorgewölbt, so wird die Zelle birnförmig. Auch Exemplare mit nahezu kugeligen Querschnitt sind nicht selten. Die Größe ist sehr verschieden; die kleinsten Individuen, die ich fand, waren nur 4 μ groß, die längsten 18 μ lang. Am häufigsten waren Exemplare von 13—15 μ Länge. Die Länge der Geißeln ist ebenso Schwankungen unterworfen; bei den meisten Zellen waren sie etwas kürzer als der Körper, bei anderen erreichten sie Körperlänge oder waren erheblich kürzer als der Rumpf. Immer waren beide Geißeln gleich lang und nach vorne gerichtet. Die Bewegung ist wackelnd; der geißeltragende Pol geht voran.

Von *Rh. baltica* Karst. würde *Rh. pelagica* sich also durch folgende Merkmale unterscheiden: 1. 1—2 Chromatophoren von tief braunroter Färbung, nicht 1 florideenroter Chromatophor; 2. Schlund fehlt vollständig; Schlundgegend durch Reihen von kleinen Vakuolen ausgezeichnet; 3. Geißeln stets länger als die halbe Körperlänge, nahezu körperlang; 4. Rumpf nur 4—18 μ lang, nicht 25—40 μ . Hierzu kommt wahrscheinlich noch eine verschiedene Lebensweise, indem *Rh. baltica* nahe dem Meeresboden zwischen den Algen lebt, *Rh. pelagica* dagegen echt pelagisch zum Auftrieb gehört.

Rhodomonas pelagica kommt in der Kieler Bucht das ganze Jahr hindurch und meist in beträchtlicher Anzahl vor. Sie gehört zu den wenigen Organismen die den ganzen Winter hindurch häufig bleiben; ein ausgesprochenes Maximum ließ sie 1905/06 überhaupt nicht erkennen. Am 7. September trat sie plötzlich in einer enormen Menge auf, war aber schon 8 Tage später spärlich. Von diesem ganz abnormen Falle abgesehen, war sie im Januar am häufigsten und nahm nach dem August 1906 hin ganz langsam ab, während nach dem August 1905 hin das Auftreten unregelmäßiger war.

Wie bei den übrigen Planktonpflanzen war auch *Rhodomonas pelagica* in 0 und 5 m am häufigsten. Es wurden gefunden im Jahreslaufe in

0 m	290	Millionen	Individuen,
„ 5 „	210	„	„
„ 10 „	96	„	„
„ 15 „	24	„	„

Ein Einfluß der Jahreszeit auf die vertikale Verteilung von *Rhodomonas* ließ sich nicht deutlich erkennen. Jedoch war im Winter und Frühjahr im allgemeinen der größte Prozentsatz des Fanges in 0 m und nur ein äußerst geringer Prozentteil in 15 m, während im Sommer und Herbst auch in 5 m und 15 m Tiefe hohe Prozentsätze des Fanges sich fanden. Aber die Verteilung war keine regelmäßige.

Eine 2. Form mit roten Chromatophoren wurde frei lebend nur ganz selten angetroffen (Tafel XVII, Fig. 40—41), ist aber wahrscheinlich identisch mit der in *Halteria rubra* symbiotisch lebenden Alge. Sie hat kugelige Gestalt, nur einen scheibenförmigen Chromatophor und eine Geißel. Ihr Durchmesser beträgt 4 μ . Über das Vorkommen dieser Art (*Erythromonas haltericola*) in *Halteria rubra* ist weiter unten bei der Besprechung der Ciliaten Näheres mitgeteilt.

C. Protozoen. (Tabellen XVII und XVIII.)

Wie unter den Pflanzen erreichen auch unter den Protozoen nur einige wenige Abteilungen eine größere Bedeutung im Plankton des Meeres und zwar sind es hier wie dort ausschließlich mit Skelett ausgerüstete Formen: unter den Rhizopoden die Globigerinen und Radiolarien, unter den Flagellaten nur die eine Gattung *Ebria*, unter den Ciliaten die Familie der Tintinoideen. Daneben kommen wie bei den Protophyten zahlreiche skelettlose Arten vor, aber eine wirklich dominierende Bedeutung erreicht keine derselben. Offenbar erfordern die Existenzbedingungen des planktonischen Lebens im Meere, daß für den Plasmaleib der Protisten durch innere Stützen oder äußere Hüllen die Möglichkeit ruhigen Arbeitens, innerhalb der in allen ihren Teilen ewig bewegten Wassermassen geschaffen wird. Daher leisten die Gehäuse der Coccolithophoriden und Tintinnen in dieser Beziehung dasselbe wie die Cellulose-, Kiesel- und Kalkschalen der Peridineen, Diatomeen, Globigerinen oder die inneren Kieselgerüste der Radiolarien und von *Ebria* und die Gallerthüllen mancher Radiolarien und Protophyten. Sekundär gewinnt das Skelett, in diesem weiteren Sinne gefaßt, dann aber noch große Bedeutung als Material für die Ausbildung von Apparaten, die den Reibungswiderstand erhöhen und das Schweben im Wasser erleichtern, oder umgekehrt als Mittel, der Zelle eine schnelle und leichte Durchschneidung der Wassermassen bei der Lokomotion zu gestatten. Durch Anpassungen in solchen Beziehungen wird dann das Übergewicht dieser skelettbegabten Formen über die nackten Protisten noch weiter beträchtlich gesteigert.

In der Kieler Bucht fehlen wie in der ganzen eigentlichen Ostsee Radiolarien und Globigerinen vollständig. *Ebria* und Tintinnen kommen vor; die letzteren beherrschen das Protozoenplankton ausschließlich. Nur im März, April und Mai sind sie so spärlich im Meere vorhanden, daß sie von anderen Protozoen an Masse erheblich übertroffen werden.

I. Rhizopoden:

Nur einige Amöben und Heliozoen wurden im Plankton beobachtet.

1. Amoeben:

Im Juli und August 1905 traten 2 Formen in geringer Anzahl auf. Ich fand in
 100 Litern am 19. VII. 1 800 Individuen,
 „ 2. VIII. 75 000 „
 „ 9. VIII. 3 500 „

Die Tiere wurden nur in den Schöpfproben aus 5 und 10 m Tiefe erhalten. Sie gehörten 2 Formen an. Die eine war 20 μ lang und besaß, wenn sie schnell dahin glitt, indem sie einen Teil ihres Rumpfes in Form eines spitzen Lappens vorschob, eine gestreckt birnförmige Gestalt. Die 2. Art hatte einen nur sehr kleinen Rumpf, der nach allen Seiten fingerförmige, lange und unregelmäßig gebogene Pseudopodien aussandte; mit Pseudopodien maß sie 30 μ . Beide Formen bewegten sich im Präparat nach der Centrifugierung sehr lebhaft.

Nachdem ich zuerst im Mittelmeer bei Syrakus mehrere Amoeben-Arten in den Gehäusen der Appendicularien gefunden hatte, traf ich auf der Fahrt mit dem Kabeldampfer „Podbielski“ auch im Atlantischen Ozean auf hoher See Amoeben an. Schließlich teilt mir Herr Dr. Mielck mit, daß er auch in diesem Jahre im August Amoeben im Plankton der Ostsee angetroffen hat. Es kann also nicht mehr zweifelhaft sein, daß nackte Rhizopoden im freien Wasser leben; es fragt sich aber, wie sie hier leben, ob sie wie andere Planktonorganismen schweben oder auf anderen Organismen festsitzend sich treiben lassen. Endlich könnten es vorübergehende Entwicklungszustände anderer Formen sein. In Syrakus beobachtete ich, wie eine dieser Amoeben in dem Gehäuse einer Appendicularie in wackelnder, langsamer Weise sich schwebend fortbewegte, indem sie fortwährend kurze Pseudopodien aussandte. Das Tier enthielt eine große Vakuole, die ihm wahrscheinlich das Schweben ermöglichte. Im Präparat unter dem Deckglase ist naturgemäß die Bewegung eine gleitende oder kriechende.

2. Heliozoen kamen wie die Amoeben nur kurze Zeit zur Beobachtung und nur in geringer Zahl. Sie wurden im Mai, Juni und Juli in den Schöpfproben durch Centrifugieren gefunden. Ihre größte Häufigkeit betrug 34 000 Individuen in 100 Liter. Es waren kleine Tiere von 10—20 μ Durchmesser, die ein zartes Skelett tangential gelagerter Nadeln (?) besaßen. Bei der Seltenheit der Form war eine genauere Untersuchung nicht möglich.

II. Flagellaten:

Wir werden hier am einfachsten nackte und mit einem Skelett versehene Formen unterscheiden.

1. Nackte Flagellaten:

Wie bei Syrakus fand ich auch in der Kieler Bucht ausnahmslos in allen Fängen eine größere Anzahl kleiner, farbloser Monadinen von 3—25 μ Länge, die zum Teil nur 1, zum Teil 2, selten 3 gleichlange Geißeln besaßen und kugelige, ovale oder langgestreckte, selbst spindelförmige Gestalt hatten. Sicher umfaßt diese Gruppe eine große Zahl ver-

schiedener Arten, deren Trennung mir aber während der Zählung nur sehr unvollkommen gelang. Ich gebe hier daher nur die Summen an und führe nur eine durch ihre Körperform auffällige Art daneben gesondert an. Letztere (Taf. XVII, Fig. 10) war 12—24 μ lang und flach schildförmig gestaltet, so daß man eine gewölbte Rückenfläche und eine flache Unterseite unterscheiden konnte. Der Umriß der Zelle war oval, vorne und hinten aber leicht vorgezogen. Über die Mittellinie des Rückens lief eine Längsfurche, die dadurch sehr auffällig wurde, daß stark lichtbrechende Körnchen, die das farblose Plasma immer enthielt und oft dasselbe dicht erfüllten, unter dieser Furche fehlten. Etwa in der Mitte des Körpers, aber durch die Furche zur Seite gedrängt lag ein großer Kern. Geißeln habe ich nie gesehen, die Bewegungen der Tiere aber beweisen, daß solche vorhanden sein müssen. Diese Form wurde nur im Oktober, November und Dezember vermißt, sonst war sie stets vorhanden und erreichte im Januar eine größte Häufigkeit von 1 000 000 Zellen in 100 Litern.

In ihrer Gestalt erinnert diese Form sehr an *Ebria tripartita* Schum., so daß ich sie zuerst für Jugendformen derselben hielt. Auch die Beschaffenheit des Plasmas und des Kernes stimmt gut überein. Aber schon bei einer Größe von nur 10 μ ist bei *Ebria tripartita* das Skelett deutlich angelegt und auch die breite, gerundete, an dem einen Pole oft leicht eingebuchtete Gestalt ausgebildet. Es scheint mir aber sehr wahrscheinlich, daß diese skelettlose Form in die nächste Nähe von *Ebria* gestellt werden muß.

Eine andere Flagellate, die leicht zu unterscheiden war, und häufiger auftrat, war die von Scherffel zuerst aus den Kolonien von *Phaeocystis globosa* aus der Nordsee beschriebene *Oxyrrhis phaeocysticola* (Wissensch. Meeresuntersuchung., Abt. Helgoland, Bd. IV, pag. 3, Taf. I, Fig. 80, 81). Sie war sowohl in den Gehäusen der Appendicularien wie im freien Wasser häufig, ging aber im Präparat sehr schnell zu Grunde. In der Zeit vom November bis Februar wurde sie gar nicht beobachtet, ebensowenig im Juli. Die größte Häufigkeit betrug 360 000 Individuen in 100 Litern am 28. März 1906. Da *Phaeocystis* in der Kieler Bucht nicht vorkommt, so ist das Auftreten der *Oxyrrhis* in dem Hohlraume dieser Algenkolonien nur ein gelegentliches, ebenso wie das der ebendort von Scherffel gefundenen Bodo, Gymnodinien und Nitschien, die sämtlich auch frei im Meere vorkommen. Während die farblosen Gymnodinien dort saprophytisch sich ernähren, und die Nitschien die völlig wasserklaren Kolonien nur als Wohnstätte benutzen, fressen die Bodo und *Oxyrrhis* direkt die Algenzellen der Kolonie auf.

Nur in wenigen Exemplaren wurde *Noctiluca miliaris* Surir. gefunden; sie kam im November und Dezember einmal in 8 (8. November) und zweimal in je 1 Exemplar (24. November, 29. Dezember) zur Beobachtung. Offenbar findet sie hier ihre Verbreitungsgrenze.

2. Flagellaten mit Skelett:

Hierher gehören nur 2 Gattungen, von denen die eine durch ein inneres Kieselgerüst, die andere durch ein becherförmiges Gehäuse aus organischer Substanz ausgezeichnet ist. Jene wird durch *Ebria tripartita*, letztere durch 2 neue Arten vertreten, die ich *Calycomonas gracilis* und *globosa* nennen will.

Calycomonas n. gen. (Tafel XVII, Fig. 13) ist ein kleiner kugeliges Flagellat mit 1 Geißel, der in ein gelbgefärbtes becherförmiges Gehäuse eingeschlossen ist und dessen Plasma weder Chromatophoren noch einen roten Pigmentfleck besitzt. Die Gehäuse erinnern sonst sehr an diejenigen der zu den Eugleniden gehörenden Gattung *Trachelomonas*, die auch gelb gefärbt und becher- oder flaschenförmig gestaltet sind.

Die häufigste Art ist von außerordentlicher Kleinheit; ihr Zelleib hat nur 2—3 μ Durchmesser und die sehr zierlich geformten Gehäuse sind nur 3—6 μ lang. Die Gestalt der Gehäuse ist sehr wechselnd und es ist möglich, daß in Wirklichkeit zwei verschiedene Arten sich unter dieser Form verbergen. Bald ist nämlich die Mündung weit und der vordere Gehäuseabschnitt mehr zylindrisch gestaltet, bald ist jene eng und das ganze Gehäuse mehr kugelig oder birnförmig. Stets ist eine Ringelung zu erkennen, die bald rechtwinkelig zur Längsachse, bald schräg verlief und vielleicht durch eine spiralig umlaufende Furche bedingt wurde. Wiederholt traf ich zwei Individuen in Konjugation, wobei die Gehäuse ganz wie bei den Tintinnen entweder nur mit einem Punkte des Mündungssaumes sich berührten oder mit dem ganzen Mündungsrand sich deckten. Diese Art mag *C. gracilis* heißen. Sie kam das ganze Jahr hindurch im Meere vor, war im Winter (Januar, Februar, März) spärlich und im August am häufigsten (3 800 000 Ind. in 100 Lit.). Ihre Schalen fanden sich häufig in dem Gehäuse von *Tintinnidium*, vereinzelt auch in dem der *Tintinnopsis*-Arten eingebacken.

Seltener und unregelmäßiger kam eine größere Art vor (*C. globosa*), deren Gehäuse stets kugelig und einfach glatt ist. Die Länge des Gehäuses beträgt 15 μ . Ich habe von ihr nie ein umherschwimmendes Tier zu sehen bekommen, da das Plasma stets klumpig hervorgequollen und die Geißel stets abgeworfen war. Ihr Auftreten läßt, von dem Schwinden im Winter (Januar bis März) abgesehen, kaum eine Regelmäßigkeit erkennen.

Ebria tripartita Schum. hat sicher nichts mit den Dictyochiden zu tun, die durch den Bau und die charakteristische Anordnung ihrer Kieselspanzer, durch den Besitz von diatominfarbenen Chromatophoren und das Fehlen einer deutlich wahrnehmbaren Zellmembran, sowie durch eine Reihe weiterer Merkmale von dieser Form abweichen. Sie ist daher aus der Familie der Silicoflagellaten zu entfernen und den tierischen Flagellaten einzuordnen. In der Kieler Bucht tritt sie das ganze Jahr hindurch auf und erreichte im August 1906 eine Häufigkeit von über 1 000 000 in 100 Litern; da sie an Größe die übrigen Flagellaten erheblich übertrifft, so übertrifft sie zur Zeit ihrer größten Häufigkeit alle übrigen Flagellaten auch an Masse (4,6 cmm in 100 Litern).

III. Ciliaten:

1. Hier dominieren, wie schon oben hervorgehoben wurde, die Tintinnoiden vollständig. Nicht weniger als 13 Arten und eine Varietät konnte ich beobachten. Diese gehören vier Gattungen an, von denen *Tintinnopsis* die meisten Arten (8) besitzt und die größte Häufigkeit erreicht. Am beschränktesten in ihrem Auftreten ist *T. campanula* Ehrbg., die nur im August, September und Oktober auftrat. Freilich wurde vereinzelt noch ein Exemplar im

Tabelle XVII. Protozoen, Monatsmittel der

Namen der Tiere	VIII ² 05	IX	X	XI	XII
I. Rhizopoden:					
1. Heliozoen	—	—	—	—	—
II. Flagellaten:					
1. Nackte Monadinen	1 500 000	2 100 000	670 000	860 000	540 000
davon mit Rückenfurche	24 000	9 300	—	—	—
2. <i>Ebria tripartita</i> (Schum.) Lemm.	8 900	1 200	11 000	10 000	600
3. <i>Calycomonas gracilis</i> n. sp.	310 000	210 000	71 000	74 000	50 000
4. " <i>globulus</i> n. sp.	—	—	9 100	14 000	7 500
5. <i>Oxyrrhis phaeocysticola</i> Scherff.	39 000	14 000	56 000	—	—
6. <i>Noctiluca miliaris</i> Surir.	—	—	—	2	v.
III. Ciliaten:					
a) Tintinnoideen:					
1. <i>Tintinnidium mucicola</i> Cl. et L.	18 000	800	230	1 300	—
2. <i>Tintinnus acuminatus</i> Cl. et L.	2 600	140	49	800 ^c	1 400
3. " <i>steenstrupi</i> Cl. et L.	17 000	32 000 ^c	5 400 ^c	4 100	—
4. " <i>subulatus</i> Ehrbg.	14 000	20 000 ^c	6 500 ^c	1 900 ^c	v.
5. " " var. <i>kiliens</i> . Laack.	13 000	120	6	—	—
6. <i>Cyrtocylis helix</i> Cl. et L.	20 000 ^c	2 000 ^c	190	23	—
7. <i>Tintinnopsis campanula</i> Ehrbg.	4 400 ^c	58	110 ^c	—	—
8. " <i>nucula</i> Fol.	33 000	25 000 ^c	45 000	56 000	37 000
9. " <i>ventricosa</i> Cl. et L.	6	50	660	1 400	v.
10. " <i>karajacensis</i> Brdt.	150	180	v.	—	—
11. " <i>beroidea</i> Stein	15 000	35 000	25 000	53 000	43 000
12. " <i>baltica</i> Brdt.	1 600	26 000 ^c	1 700 ^c	5 300	3 100
13. " <i>lohmanni</i> Laack.	87	75	180	180	—
14. " <i>nana</i> n. sp.	2 300	—	v.	25	—
b) Andere Ciliaten:					
15. <i>Laboea conica</i> n. sp.	21 000	16 000	10 000	2 800	—
16. " <i>globosa</i> n. sp.	920	—	—	—	—
17. " <i>strobila</i> n. sp.	—	2 000	26	25	—
18. Strombidium	—	160	21	—	—
19. <i>Didinium nasutum</i> O. F. Müll.	—	—	50	18	—
20. <i>Tiarina fusus</i> Cl. et L.	—	2 300	4 700	430	—
21. <i>Halteria rubra</i> n. sp.	3 500	170 000	190 000	50 000	9 700
22. Lacrymaria	200	660	990	33	—
23. Ciliat, Taf. XVII, Fig. 11	610	15 000	2 700	140	—
24. " " " " 4 (<i>Strombid. caudat.</i> ?)	—	580	1 700	500	—
25. Sonstige Ciliaten	150	160	420	66	v.
Summe aller Protozoen	2 100 000	2 700 000	1 100 000	1 100 000	690 000
Rhizopoden	—	—	—	—	—
Flagellaten	1 900 000	2 300 000	820 000	960 000	600 000
Ciliaten	170 000	350 000	300 000	180 000	94 000
davon Tintinnen	140 000	140 000	85 000	120 000	85 000
Zahl der unterschiedenen Formen	24	26	29	25	13
" " Maxima	5	6	3	—	—

Individuenzahl für 100 Liter Meerwasser.

I 06	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel	Maximales Vorkommen
—	—	—	—	2 200	21 000	11 000	—	34 000	83 000
200 000	800 000	450 000	790 000	490 000	750 000	550 000	770 000	11 000 000	6 100 000
410 000	140 000	89 000	19 000	142 000	310 000	160 000	26 000	1 300 000	1 000 000
1 900	8 000	46 000	81 000	92 000	15 000	13 000	450 000	740 000	1 100 000
6 700	4 500	9 100	75 000	300 000	170 000	120 000	1 700 000	3 100 000	3 800 000
v.	—	—	42 000	66 000	140 000	—	13 000	290 000	340 000
—	—	160 000	140 000	6 900	6 900	—	7 400	430 000	360 000
—	—	—	—	—	—	—	—	2	8
42	175	96	510	600	1 300	68 000	2 200	93 000	140 000
270	560	v.	7	—	—	—	—	5 800	5 200
—	—	—	—	—	—	7 400	19 000 ^c	85 000	58 000
12	(v ₀)	(v ₀)	(v ₀)	26	(v ₀)	66	—	43 000	27 000
—	—	—	—	—	—	(v ₀)	(v ₀)	13 000	224 000
v.	(v ₀)	21	v.	v.	v.	560 ^c	220 ^c	23 000	28 000
v.	—	—	—	—	—	—	—	4 600	6 400
7 000	1 100	1 500	2 200	5 600	200 000	130 000 ^c	83 000 ^c	630 000	410 000
35	230	2 700	3 800	1 100	4 800 ^c	2 700 ^c	120	18 000	8 800
v.	—	140	410	600	89	44	—	1 600	1 300
53 000	340 000	69 000	78 000	6 500	87 000	120 000 ^c	5 300 ^c	930 000	1 200 000
3 000	87	25	570	350	59	88	v.	42 000	50 000
16	—	690	4 800	160	—	v.	—	6 200	15 000
140	340	v.	390	57	220 000	34 000	48 000	310 000	580 000
110	175	27 000	47 000	15 000	640	370	650	140 000	71 000
—	—	—	—	65	—	—	—	990	1 800
—	—	—	980	1 100	v.	400	—	4 500	7 800
—	—	—	—	—	—	—	—	180	500
—	—	130	690	1 900	—	—	—	2 800	6 100
—	—	—	—	—	—	—	—	7 400	11 000
6 800	2 000	83 000	7 800	8 700	34 000	5 300	1 500	570 000	390 000
—	—	—	—	—	—	—	33	1 900	3 400
v.	v.	24 000	77 000	64 000	2 000	3 600	2 700	190 000	170 000
—	—	—	7 800	—	—	—	—	11 000	24 000
220	21	120	72	930	56	v.	v.	2 200	4 500
1 300 000	1 200 000	880 000	1 300 000	1 100 000	1 700 000	960 000	3 100 000	19 230 000	
—	—	—	—	2 200	21 000	11 000	—	34 200	
1 200 000	810 000	670 000	1 100 000	1 000 000	1 100 000	680 000	2 900 000	16 040 000	
71 000	340 000	210 000	230 000	110 000	550 000	270 000	160 000	3 035 000	
64 000	340 000	74 000	91 000	15 000	510 000	260 000	160 000	2 084 000	
20	14	19	22	23	19	20	18		
1	1	1	4	3	5	1	2		

Tabelle XVIII. Protozoen, Monatsmittel der Volumina für 100 Liter Meerwasser.

Namen der Tiere	VIII ² 05	IX	X	XI	XII	I 06	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monats- mittel	Maxim. Vor- komm.
I. Rhizopoden	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,009	0,088	0,042	—	0,139	0,349
II. Flagellaten	0,718	0,988	0,335	0,363	0,211	0,351	0,355	0,393	0,727	0,556	0,267	0,241	1,804	7,309	4,736
Nackte Monadinen	0,668	0,977	v.	.	2,963										
<i>Ebria tripartita</i> Schum.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	1,801	.	4,578
III. Ciliaten:															
a) Tintinnoideen	5,286	2,420	1,701	2,225	1,382	0,571	2,179	0,865	1,431	0,365	6,713	5,269	2,413	32,820	13,284
<i>Cytorocylis helix</i> Cl. et L.	3,120	v.	.	4,321											
<i>Tintinnopsis nucula</i> Fol.	0,885	0,674	1,203	1,519	1,005	v.	v.	v.	v.	v.	5,379	3,524	2,249	16,909	11,205
„ <i>ventricosa</i> Cl. et L.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,631	v.	v.	.	1,144
„ <i>beroidea</i> Stein.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	2,043	v.	v.	v.	0,520	0,706	v.	.	7,240
„ <i>baltica</i> Brdt.	v.	0,712	v.	.	1,347										
b) Andere Ciliaten	0,406	2,648	2,442	0,638	0,112	0,048	0,030	1,600	1,921	2,315	0,364	0,124	0,244	12,892	6,059
<i>Laboea conica</i> n. sp.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,758	v.	v.	v.	v.	.	1,133
<i>Didinium nasutum</i> O. F. M.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,645	v.	v.	v.	.	2,101
<i>Halteria rubra</i> n. sp.	v.	1,990	2,140	0,572	v.	v.	v.	0,954	v.	v.	v.	v.	v.	.	4,531
Ciliat, Taf. XVII, Fig. 11.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,821	1,324	v.	v.	v.	.	3,242
Protozoen alle	6,410	6,056	4,478	3,226	1,705	0,970	2,564	2,858	4,079	3,245	7,432	5,676	4,461	53,160	14,585

Januar gefunden, so daß sie wahrscheinlich, wie die meisten anderen Planktonarten, in ganz geringer Anzahl das ganze Jahr sich hält. Von den übrigen Arten kulminiert nur noch *T. baltica* Brdt. im September, während sonst die Wucherungsperioden im Frühjahr und Anfang Sommer liegen. So war im April *T. lohmanni* Laack., im Mai *T. karajacensis* Brdt., im Juni *T. nucula* Fol., *ventricosa* Cl. et L. und *nana*, n. sp.¹⁾ am häufigsten. Die meisten dieser Arten lassen aber zugleich ein zweites Anschwellen ihrer Zahl im Herbst mehr oder weniger deutlich erkennen. Ganz abweichend verhält sich dagegen die häufigste Art *T. beroidea* Stein, die nach dem Monatsdurchschnitt im Februar, also im kältesten Monat, in enormer Anzahl auftrat und im Mai am seltensten war. Aber diese Monatsmittel geben in diesem Falle kein sehr zuverlässiges Bild des wirklichen Auftretens der Art, da keine andere Art solche gewaltigen und plötzlichen Schwankungen in der Individuenzahl zeigt wie gerade *T. beroidea* und die Häufigkeit im Februar sich einzig und allein auf einen Fangtag zurückführt, an dem nicht weniger als 1 200 000 Individuen in 100 Litern Wasser vorkamen, also 12 Exemplare in jedem Cubikcentimeter. Andererseits kamen die niedrigsten Werte im September vor, wurden hier aber durch einen sehr hohen Fang kompensiert. Man wird sich daher besser an die Kurve halten, die auf Tafel XVI gegeben ist und wo jeder Fangtag zur Geltung kommt. Es zeigt sich dann, daß *T. beroidea* im September am seltensten war, aber auch im Mai und August viel spärlicher als während des übrigen Jahres auftrat. Am häufigsten

¹⁾ Diese neue Art (Tafel XVII, Fig. 12), die zeitweise in sehr großer Zahl auftrat, ist die kleinste bisher überhaupt bekannt gewordene Tintinnopsis-Art, da ihre Gehäuse nur 20 μ Länge besitzen. Dieselben sind zylindrisch, mit stumpf zugespitztem Hinterende und breiter, glattrandiger Mündung. Die Fläche des Gehäuses ist nur spärlich mit glänzenden, scholligen Körperchen bedeckt und daher blaß, durchsichtig und sehr zart. Die Tiere sind sehr empfindlich und waren meist sehr bald in den Centrifugenfängen, in denen sie am bequemsten gezählt werden, zerflossen.

war sie zweifellos in der Zeit vom Oktober bis April, also während der kühlen Jahreszeit und während des Winters. Eine zweite Steigerung der Volkszahl trat dann noch im Juni und Juli ein und sehr bemerkenswerter Weise wurden nur in dieser Zeit und unmittelbar nachher Cystenbildungen beobachtet. Im Unterschiede von allen übrigen Tintinnen würde also *T. beroidea* in der kalten Jahreszeit am besten gedeihen und den ganzen Winter hindurch sehr häufig bleiben.

Die zweite wichtigste Gattung ist Tintinnus, von der die drei Arten *T. acuminatus* Cl. et L., *steenstrupi* Cl. et L. und *subulatus* Ehrbg. regelmäßig bei Kiel auftreten. Dieselben kulminieren alle im August und September und fehlen im Winter vollständig oder sind wenigstens alsdann außerordentlich selten. Am weitesten in den Winter hinein geht *T. acuminatus*, der noch im Februar in der relativ hohen Zahl von 560 Exemplaren in 100 Litern (als Monatsmittel) gefunden wurde; von *T. subulatus* (f. typ.) wurden dagegen im Februar, März und April nur einige leere Gehäuse beobachtet und *T. steenstrupi* kam in der ganzen Zeit vom Dezember bis Juni (inkl.) niemals zur Beobachtung. Sehr bemerkenswert ist die Sonderung in zwei Formen, die sich bei *Tintinnus subulatus* zeigt und die Laackmann veranlaßt hat, eine *var. kiliensis* von der typischen Form mit langer Spitze zu trennen. Beide Formen lassen sich ohne jede Schwierigkeit nach der Gestalt des Hinterendes des Gehäuses trennen, das bei der Varietät kurz zugespitzt ist, bei der typischen Form aber in eine lang ausgezogene, unregelmäßige Spitze ausläuft. Die Varietät ist auf eine ganz kurze Zeit des Jahres beschränkt; während der Untersuchungszeit war sie nur in der zweiten Hälfte des August häufig, hatte schon im September, als die typische Form kulminierte, sehr an Zahl abgenommen und kam im Oktober, während jene noch häufig war, nur noch ganz vereinzelt vor. Sie schreitet also in der Entwicklung dem Typus voran und verschwindet nach kurzer Wucherung sehr schnell wieder.

Die beiden übrigen Gattungen sind nur durch je eine Art vertreten; *Cyrtocylis helix* Cl. et L. schließt sich in ihrem Auftreten vollständig der vorigen Gattung an, indem sie im August kulminiert und im Winter nur ganz vereinzelt gefunden wird. Dagegen wurde *Tintinnidium mucicola* Cl. et L. bereits im Juli in sehr großer Zahl angetroffen, blieb noch im August häufig, nahm im Winter zwar erheblich an Zahl ab, blieb aber das ganze Jahr hindurch im Plankton vertreten.

Der Individuenzahl nach nimmt *T. beroidea* Stein die erste Stelle unter den Tintinnen in der Kieler Bucht ein; in weitem Abstand folgen ihr *T. nucula* Fol. und die kleinste aller bisher gefundenen Tintinnoideen: *T. nana*, deren größte Häufigkeit etwa $\frac{1}{2}$ Million beträgt. Der Masse nach übertrifft dagegen *T. nucula* nicht nur alle anderen Tintinnoideen, sondern alle übrigen Protozoen überhaupt, während *T. beroidea* erst an zweiter Stelle folgt.

Es scheint, als ob die vertikale Verteilung der Tintinnen nach den Arten und nach der Jahreszeit eine verschiedene ist. So kam die größte Zahl von *T. beroidea* und *nana* in 5 m, von *T. nucula* in 10 m und von *T. ventricosa* in 15 m Tiefe vor. Bei *Tintinnopsis beroidea* wurde ferner in den Monaten Juni bis Oktober die Mehrzahl stets in 10 oder 15 m Tiefe

angetroffen, während in der Zeit vom November bis Mai das Maximum fast stets in 5 m, ab und an in 0 m Tiefe lag.

1905 und 1906	<i>Tint. beroidea</i>	<i>Tint. nucula</i>	<i>Tint. ventricosa</i>	<i>Tint. nana</i>
0 m	5 500	3 000	500	11 500
5 m	18 000	4 200	450	19 300
10 m	8 400	8 000	1 400	2 100
15 m	5 300	6 200	2 950	3 100
Zahl der Fangtage .	52	52	26	10

Monatsmittel der Individuenzahl (1 = 10 000 Ind. in 100 Liter Meerwasser) von *Tintinnopsis beroidea* für die Tiefen von 0—15 m.

1905 u. 1906	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	S. S.
0 m	v.	2	5	6	6	4	12	5	5	v.	7	3	v.	55
5 m	v.	1	13	10	5	11	98	10	19	v.	7	6 c	v.	180
10 m	2	v.	19	7	4	3	5	8	15	v.	7	14 c	v.	84
15 m	8	8	2	4	1	3	v.	1	3	v.	9	15	1	53

Dieses Verhalten von *T. beroidea* ist offenbar durch die Wassertemperatur bedingt, indem sie in der warmen Jahreszeit sich vorwiegend nahe dem Boden hält, während der kühlen Jahreszeit aber auch in die höheren Wasserschichten in größerer Zahl emporsteigt. Daß sie hier dann besonders die Wasserschicht von 5 m bevorzugt, erklärt sich leicht aus dem besonderen Reichtum gerade dieser Schicht an pflanzlicher Nahrung. Auch keine der anderen Tintinnen-Arten dominiert in den oberflächlichen Wasserschichten selbst.

Laackmann hat in seiner Arbeit über die Fortpflanzung der Tintinnen (Wissensch. Meeresunt. Abt. Kiel, Bd. 10, pag. 22—34) neben der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Teilung eine seiner Ansicht nach geschlechtliche Vermehrung durch Bildung von Sporocysten unterschieden. Aus diesen Sporocysten sollen Makrosporen und Mikrosporen ausschöpfen; erstere haben gymnodinienähnliche Gestalt, von letzteren wurden keine ausgebildeten Sporen beobachtet. Auch die Makrosporen wurden nur bei *Tintinnopsis campanula* und *Cyrtocylis helix* gesehen. Ist diese Deutung der Beobachtungen richtig, so würden bei den Tintinnen, da auch die erwachsenen Tiere, wie schon durch Fol. bekannt geworden ist, konjugieren, zweierlei Konjugationen vorkommen 1. Konjugation von Schwärmosporen und 2. Konjugation von ausgebildeten Tintinnen. Das ist sehr unwahrscheinlich und die völlige Übereinstimmung der den Sporocysten entschwärmenden Makrosporen mit farblosen Gymnodinien macht diese Deutung noch bedenklicher. Ich konnte nämlich bei *Tintinnopsis nucula* diese Makrosporen beim Ausschöpfen beobachten und bei starker Vergrößerung genauer untersuchen (Tafel XVII, Fig. 6). Dieselben waren 18 μ lang und schwammen, nachdem sie das Gehäuse,

in dem etwa 10 Sporen lagen, verlassen hatten, nach Gymnodinien-Art umher. Ihr Körper war kugelig und durch eine Ringfurche in eine glatte, stark gewölbte Hälfte und eine durch eine Längsfurche vom Pol her tief eingeschnittene Hälfte geteilt. Die Längsfurche lag wesentlich auf der einen Fläche (Vorderfläche), lief aber, den Pol überschreitend, als seichte Furche auch über den polaren Teil der Hinterfläche. In der Ringfurche schwang eine undulierende Geißel und an dem der Ringfurche zunächst liegenden Teile der Längsfurche entsprang eine zweite Geißel, die in der Richtung der Längsfurche ausgestreckt undulierende Bewegungen ausführte. Leider habe ich die Struktur des Kernes nicht wahrnehmen können, die ja bei allen Peridineen eine überaus charakteristische ist. Trotzdem zweifle ich aber nicht daran, daß es sich hier um eine parasitisch in Tintinnen lebende Gymnodinium-Art handelt (vergleiche pag. 259 und 260). Es würde dann also das Auftreten der Sporocysten eine Krankheitserscheinung sein, die auf eine Infektion zurückzuführen ist und dafür spricht vor allem, daß die Sporocysten nur in der Zeit vom Juli bis November gefunden sind und auch bei *T. beroidea*, die die häufigste Art der Kieler Bucht ist, aber in der warmen Jahreszeit relativ spärlich vorkommt, nur im August beobachtet wurde.

Außer diesen pathologischen Cysten kommt nun aber noch eine zweite, zuerst von Hensen beobachtete Cystenart vor, die als Dauercysten von Laackmann bezeichnet wurden, sich durch eine dicke Schale auszeichnen, die mit dem Gehäuse fest verbunden ist und von dem ausgebildeten Tiere nach Reduktion seiner Wimpern als Hülle ausgeschieden wird. Sie sind also das Resultat eines Encystierungsprozesses. Bekannt sind solche Cysten bisher nur von *Tintinnus subulatus*, *Cytharocylis helix* und *Tintinnopsis baltica*. Bei dieser letzteren Form tritt zugleich eine eigentümliche Änderung des Gehäuses ein, indem der Halsteil desselben durch mehrere Aufsätze abnorm verlängert wird. Da die Cysten stets im vordersten Gehäuseabschnitt liegen, ist diese Umbildung verständlich.

Leider habe ich beide Vorgänge der Cystenbildung nicht von Anfang an auseinander gehalten, so daß ich nur angeben kann, wann ich überhaupt Cysten bei den verschiedenen Tintinnen-Arten gefunden habe¹⁾. Doch habe ich bei *Tintinnopsis campanula* und *Tintinnus subulatus* nur Dauercysten, bei *Cytharocylis helix* Dauercysten und Gymnodiniencysten, bei den übrigen Tintinnopsis-Arten nur die letztere beobachtet. Zweifelhaft ist mir die Art der bei *Tintinnus acuminatus* und *steenstrupi* gesehenen Cysten.

2. Durch den Besitz eines Skelettes schließen sich den Tintinnoideen am nächsten an: *Tiarina fusus* Cl. et L., ein weit im Ozean verbreiteter Ciliat, den ich auch auf hoher See im Golfstromgebiet gefunden habe, und Vertreter einer neuen Gattung, die ich Laboea, nach dem der Station zunächst gelegenen Orte, nennen will. *Tiarina fusus* trat nur im September, Oktober und November auf, aber in dieser kurzen Zeit mit sehr großer Regelmäßigkeit. Ich fand in 100 Litern

7. IX. 05	14.	21.	28.	4. X. 05	12.	19.	26.	1. XI. 05	8.	17.
—	300	480	8500	4700	1900	11000	1200	1600	600	—

¹⁾ In den Tabellen durch ein beigefügtes c (z. B. 4400^c) kenntlich gemacht.

Laboea kam in wenigstens drei verschiedenen Arten vor, die durch ihren Bau leicht auffallen. Alle drei Arten haben ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum; im Winter sind sie sehr selten oder fehlen ganz, ebenso im eigentlichen Sommer. Am häufigsten war *Laboea conica*, die fast das ganze Jahr hindurch gefunden wurde und eine Häufigkeit von 71 000 Individuen in 100 Litern erreichte. *Laboea globosa* und *strobila* waren viel seltener.

Die hierher gehörenden Tiere (Tafel XVII, Fig. 14, 18—20) sind ausgezeichnet durch eine farblose Schale ohne Auflagerungen, die nicht wie bei den Tintinnen nur noch in ganz loser Verbindung mit dem Zelleibe steht und von dem Ciliaten ohne besondere Anstrengung verlassen werden kann, sondern wie der Panzer der Peridineen oder die Schale der Mollusken auf das engste mit dem Körper verbunden ist. Unterhalb des adoralen Wimperkranzes liegt der Mündungsrand, der aber nicht frei vorspringt, sondern direkt in die zarte Zellmembran des oralen Rumpfabschnittes übergeht. Es ist also kein Gehäuse- sondern eine Schalenbildung und dadurch unterscheiden sie sich sofort von den Tintinnen. Die Schale wird von Säuren nicht angegriffen, ist elastisch, farblos, deutlich doppelt kontouriert und in verschiedener Weise strukturiert. Bei *L. conica* (Fig. 18) verlaufen mehrere unregelmäßig verdickte Längsrippen über die Schale, bei *L. globosa* ist dieselbe von kleinen Buckeln bedeckt, bei *L. strobila* (Fig. 14) habe ich keine Struktur wahrnehmen können.

Der schalenfreie orale Abschnitt der Zelle trägt mächtige, am Ende mit einer dichten Fahne feiner Seitenhärchen versehene Cilien, die besonders an zwei Stellen zu einem Büschel zusammengeordnet sind und, soweit sich an dem konservierten Materiale feststellen ließ, einen adoralen, nur an einer schmalen Stelle unterbrochenen Wimperring bilden. Nahe dieser Lücke werden die Cilien kurz und, wie es scheint, einfach glatt. Central von der Lücke liegt die Mundöffnung.

Der schalenbedeckte hintere Rumpfabschnitt füllt normaler Weise die Schale vollständig aus; aber bei der Abtötung vollzieht das Tier offenbar äußerst energische Kontraktionen, durch welche vielfach das Hinterende des Plasmaleibes von der Schale losgerissen und nach vorn verlagert wird. Es kann auch vorkommen, daß die ganze Plasmamasse vor die Schalenmündung gedrängt ist oder die Zellmembran an der letzteren zerrissen und das ganze Tier aus der Schale herausgeschleudert wurde. Dies letztere habe ich aber nur einmal beobachtet. Diese Erscheinungen werden verständlich durch eine große Zahl von Fibrillen, die an der Peripherie der Schalenmündung von der Grenzlinie zwischen Schale und zarter Zellhaut ausgehen und nach hinten ziehen. Sie färben sich mit Karmin intensiv rot und fallen sehr leicht auf. Ein Teil derselben trifft in einem Punkte des hinteren Körperteiles zusammen, gewöhnlich in einer durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen ausgezeichneten Stelle, die meist etwa in der Mitte der Schalenlänge lag, ab und an aber beinahe das hintere Ende der Schale erreichte; die Fibrillen dieses Bündels setzen sich, stark divergierend in breiter Ansatzlinie, am Mündungsrande der Schale fest. Eine zweite Gruppe von Fibrillen entspringt umgekehrt von einem Punkte des Schalenrandes und setzt sich ausstrahlend an dem Plasma des hinteren Zellabschnitts etwa in gleicher Höhe wie die Ursprungsstelle des ersten Bündels fest. In einem Falle glaubte ich Querstreifung an den Fibrillen gesehen zu haben; ich habe sie später aber nie wieder finden

können. Trotzdem kann über die Bedeutung dieser Fibrillen als kontraktile Fasern, glaube ich, kein Zweifel sein, da sowohl ihre Anordnung wie die Erscheinungen bei der Abtötung der Tiere nur durch diese Annahme verständlich werden. Nach dem Verlauf und dem Ansatz der beiden Fibrillenbündel muß das zuerst beschriebene den Inhalt der Schale dem oralen Pol zu bewegen und also ein möglichst weites Hervorstrecken des oralen Abschnittes bedingen, während das zweite Bündel die Partie des Mundfeldes, an die es sich ansetzt, in die Schale zurückziehen muß. Das erstere Bündel würde also als Protraktor, das letztere als Retraktor des Oralfeldes dienen.

Nahe der Schalenmündung, auf der Grenze zwischen oralem und aboralem Zellabschnitt liegt ein stark lichtbrechender, verschieden geformter Körper; bei jungen Tieren habe ich ihn stets kugelig gefunden, bei älteren Individuen war er ab und an ellipsoidisch; bei einem Exemplar fanden sich statt eines Körpers zwei kugelige Körper dicht nebeneinander. Ich halte diese Bildungen für den Macronucleus.¹⁾

Im Mai traf ich Individuen, die mit einer Stelle des Adoralfeldes zusammenhängen und mit parallel gerichtetem Körper umherschwammen. Die Konjugation findet also in gleicher Weise wie bei den Tintinnen und anderen Ciliaten statt.

Von Angehörigen dieser Gattung fand ich drei leicht unterscheidbare Formen.

1. *Laboea conica* n. sp. (Tafel XVII, Fig. 18—20):

Schale kegelförmig, hinten leicht gerundet, mit schwachen Längsrippen; 20—50 μ lang. — Diese Art kam das ganze Jahr hindurch im Plankton vor, war aber im Winter sehr selten, im Frühjahr und Herbst häufig. Die größte Menge, in der sie beobachtet wurde, war 70755 in 100 Litern am 21. IV. 06. Sie wurde merkwürdig schlecht in den Schöpfproben gefangen, was sich nur dadurch erklären läßt, daß ihre vertikale Verteilung eine sehr unregelmäßige ist. Trotzdem wurde fast stets in 0 und 5 m erheblich mehr gefangen als in 10 und 15 m; in 15 m fehlte sie fast ganz. An 10 Fangtagen wurden erbeutet

in 0 m	2100 Individuen
in 5 m	1170 „
in 10 m	320 „
in 15 m	20 „

2. *Laboea strobila* n. sp. (Tafel XVII, Fig. 14):

Schale kegelförmig, hinten leicht gerundet, glatt oder mit 2 oder 3 schwachen Querringelungen und meist in 3—5 trichterförmig ineinander geschobene Absätze gegliedert;

¹⁾ Levander beschreibt aus dem Löfö-Sund in Finnland (Material. Kenntnis Wasserfauna Helsingfors, Acta societ. Fauna Flora Fennica, XII, No. 2, pag. 86—87, 1894, Tafel III, Fig. 4) ein *Strombidium stylifer* Lev., das in mehrfacher Beziehung an *Laboea conica* erinnert, obwohl es durch das Fehlen der Schale, den cirrenähnlichen Anhang am hinteren Körperende und die Größe (60—80 μ) sich leicht von *Laboea* unterscheidet. In dem kegelförmigen Körper liegen nämlich genau in gleicher Lage wie bei unserer Art nach hinten konvergierende fibrillenähnliche Gebilde, die Levander aber als Trichocysten auffaßt; ihre vorderen Enden befinden sich oberflächlich und dicht hinter der Membranellzone, ihre hinteren Enden sind dagegen der Längsachse des Körpers genähert mehr zentral gelegen; vor diesem Fibrillentrichter liegt der große ellipsoide Macronucleus. Bei Zusatz von Osmiumsäure wurden die „Trichocysten“ nicht herausgeschleudert. Die Körpermembran besaß bedeutende Festigkeit, so daß der Körper starr war. Nach Levander waren die Membranellen im Leben nicht zerfasert; erst durch die Fixierung wurde die Fiederung hervorgerufen. Es ist wohl sicher, daß *Strombidium caudatum* Lev. mit *Laboea conica* nahe verwandt ist und vielleicht nach genauerer Untersuchung als *Laboea caudata* in die gleiche Gattung aufgenommen werden muß.

Tabelle XIX. Metazoen, Monatsmittel der

Namen der Tiere	VIII ² 1905	IX	X	XI	XII	I 1906
I. Coelenteraten:						
1. Planula von <i>Aurelia aurita</i> L.	410	380	55	v.	—	v.
2. Ephyra	—	—	—	—	—	v.
3. Craspedote Medusen	v.	—	1	—	—	—
II. Vermes:						
a) Turbellarien	1	12	190	11	v.	—
b) Rotatorien:						
1. Mastigocerca	—	260	510	40	—	—
2. Keulenförmiges Rotator	—	—	—	—	—	—
3. Synchaeta	1 600	120	110	110	46	6
Eier von Synchaeta	610	140	24	13	7	3
4. Notolca	—	—	—	—	—	—
5. Brachionus	—	—	—	—	—	—
c) Chaetognathen (<i>Sagitta bipunctata</i> Quoy et Gaim.)	4	15	2	7	3	5
d) Polychaeten:						
1. Larven von Spio und Polydora	17	28	68	240	320	220
2. Trochophora, meist von Polynoë	21	8	6	4	4	7
3. Polynoë, jung	6	v.	1	v.	—	—
4. Larve von <i>Pectinaria belgica</i>	1	—	—	—	—	—
5. Andere junge Polychaeten	4	1	—	—	—	—
III. Echinodermata:						
1. Brachiolarien und Bipinnarien	v.	v.	—	—	—	—
2. Pluteus	v.	v.	v.	—	—	—
IV. Arthropoden:						
a) Phyllopoden:						
1. Podon	380	550	86	5	—	—
2. Evadne	v.	6	1	—	—	—
b) Cirripedien:						
1. Nauplien und Cyprisstadien von Balanus	54	7	48	1	—	—
2. „ von <i>Proteolepas</i> (?) ¹⁾	—	—	—	v.	—	—
c) Copepoden:						
α) Copepoditen und Geschlechtstiere	2 600	4 000	4 500	5 000	3 500	1 800
1. <i>Oithona similis</i> Claus	1 700	2 100	3 000	4 000	3 100	1 500
2. <i>Acartia</i> (<i>longiremis</i> , <i>bifilosa</i> , <i>discaudata</i>)	210	350	230	160	46	6
3. <i>Temora longicornis</i> O. Fr. Müll.	46	720	93	110	3	5
4. <i>Temorella hirundo</i> Giesbr.	105	210	110	61	1	5
5. <i>Centropages hamatus</i> Lillj.	97	70	39	30	7	8
6. <i>Paracalanus parvus</i> Claus	330	580	380	370	400	240
7. <i>Pseudocalanus elongatus</i> Böck.	—	16	—	15	46	22
8. Harpactiden	v.	1	v.	1	v.	v.
β) Nauplien	7 600	10 000	10 300	5 500	1 600	1 400
1. von <i>Oithona</i> , <i>Acartia</i> , <i>Temorella</i> (?)	5 700	6 400	6 800	5 000	1 300	1 100
2. „ <i>Centropages</i>	220	160	460	31	130	—
3. „ <i>Temora</i>	890	1 100	2 200	270	130	90
4. „ <i>Paracalanus</i> und <i>Pseudocalanus</i>	810	1 200	780	130	v.	150
γ) Eier:						
1. Eierhaufen von <i>Oithona</i> ²⁾	450/2700	320/2200	600/5000	390/1700	28/81	37/180
2. Eier von <i>Centropages</i>	660	220	4	v.	—	v.
3. „ isoliert, mit Membran	1 300	3 700	2 200	210	130	—
4. „ „ Schale	83	310	150	14	—	—
d) Isopoden (<i>Cryptoniscus</i>)	—	v.	1	—	—	—
e) Decapoden (<i>Zoëa</i> -Larve)	—	1	—	—	—	—
V. Mollusken:						
1. Junge Muscheln	700	1 200	280	48	—	8
2. „ Schnecken	49	70	42	5	—	v.
3. Pteropoden-(Gymnosomen) Larve	4	12	81	70	9	2
VI. Molluscoideen (<i>Cyphonautes</i>)	190	192	88	96	6	3
VII. Tunicaten:						
1. Ascidienlarven	v.	—	—	—	—	—
2. <i>Oikopleura dioica</i> Fol.	700	520	270	7	—	—
VIII. Formen unsicherer Stellung:						
1. Große Eier von 100–320 μ D.	v.	v.	v.	1	—	—
2. Barbierbeckenstatoblast Hens.	—	—	—	—	—	—
3. Sternhaarstatoblast Hens.	—	—	—	—	—	—
4. <i>Trochiscia nationalis</i> Lohm.	—	v.	—	(v ₀)	—	—
Summen aller Metazoen	19 000	24 000	24 000	13 000	5 700	3 700
Coelenteraten	410	380	56	v.	—	v.
Vermes	2 300	580	970	430	380	240
Echinodermata	v.	v.	v.	—	—	—
Arthropoden	15 000	21 000	22 000	12 000	5 300	3 400
davon Copepoden	(15 000)	(20 000)	(22 000)	(12 000)	(5 300)	(3 400)
Mollusken	750	1 300	400	120	9	10
Molluscoideen	190	192	88	96	6	3
Tunicaten	700	520	270	7	—	—
Andere Formen	v.	v.	v.	1	—	—
Zahl der unterschiedenen Formen	38	39	35	33	22	23
„ „ Maxima	5	8	6	1	—	—

¹⁾ Hansen, Cladoceren und Cirripedien in: Ergebnisse d. Plankton-Expedition, Bd. II, G. d., 1899, pag. 41–55.
²⁾ Links: Zahl der Eierhaufen, rechts: Zahl der Eier.

Individuenzahlen für 100 Liter Meerwasser.

II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel	Maximales Vorkommen
—	1	—	v.	v.	11	14	870	950 (i. Vorjahre 3800)
—	v.	v.	—	—	—	—	v.	1
—	1	—	1	—	—	—	3	5
—	v.	1	1	—	—	—	220	320
—	—	—	4	3	v.	—	820	700
—	—	1	190	—	—	—	190	960
1	20	140	5 300	240	24 000	1 200	33 000	24 000
8	10	65	1 500	310	9 900	1 200	14 000	9 900
—	—	13	13	—	—	—	26	66
—	—	—	1	—	—	—	1	6
1	v.	—	—	—	—	—	37	23
320	420	37	200	250	14	490	2 600	760
2	4	12	17	16	13	2	120	27 (i. Vorj. 180)
—	—	—	1	—	—	35	43	35
—	—	—	v.	1	1	—	1	2
—	—	—	—	—	—	280	287	280
—	—	—	—	1	v.	—	1	2 (i. Vorj. 260)
—	—	—	—	—	—	—	v.	1
—	—	—	3	66	220	50	1 400	1 700
—	—	—	9	2	1	5	24	34
—	v.	v.	1	12	7	1	105	110
—	—	v.	v.	—	—	—	v.	1
1 600	1 100	740	2 600	700	510	920	29 000	8 800
1 100	670	360	850	290	270	530	19 000	7 500
46	130	110	530	110	66	140	2 100	1 200
1	23	20	110	43	22	1	1 200	810
3	36	10	67	38	25	4	680	390
10	11	14	140	63	44	23	560	220
410	200	160	560	64	44	78	3 800	1 100
71	69	16	210	47	66	110	690	680
v.	2	2	3	1	1	1	12	9 (i. Vorj. 170)
2 300	1 800	2 900	8 900	2 000	1 300	2 000	58 000	17 000
1 800	1 200	1 800	5 800	1 300	970	1 400	41 000	11 000
—	—	44	550	53	88	140	1 900	1 600
180	150	260	750	640	160	110	6 900	6 700
270	450	820	1 600	15	66	420	6 700	4 500
150/720	370/2500	92/920	210/1000	88/580	44/420	71/460	2900/18000	1800/9000
v.	31	34	320	460	120	180	2 000	830
16	50	830	1 700	900	210	210	11 000	6 200
—	12	10	60	7	22	36	700	630
—	—	—	—	—	—	v.	1	5
—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	1	84	6 100	1 730	55	390	11 000	16 000 (i. Vorj. 17 000)
v.	1	2	38	120	39	74	440	200 (i. Vorj. 330)
—	v.	2	1	—	—	11	190	110 (i. Vorj. 250)
2	v.	—	v.	6	1	—	580	370
—	—	—	—	—	—	—	v.	1
—	—	—	—	—	—	—	1 500	740 (i. Vorj. 1700)
—	15	v.	9	v.	43	v.	68	57
v.	1	2	6	1	—	—	10	11
—	—	49	—	—	—	—	49	180
—	v.	—	v.	—	—	—	v.	v.
4 700	6 000	5 800	28 000	7 400	37 000	7 600	190 000	—
—	2	v.	1	v.	11	14	870	—
330	460	270	7 200	820	34 000	3 200	51 000	—
—	—	—	—	1	v.	—	1	—
4 400	5 500	5 400	15 000	4 700	2 800	3 900	120 000	—
(4 400)	(5 500)	(5 400)	(15 000)	(4 600)	(2 600)	(3 800)	(119 000)	—
v.	2	88	6 100	1 900	94	480	11 000	—
2	v.	—	v.	6	1	—	580	—
—	—	—	—	—	—	—	1 500	—
v.	16	51	15	1	43	v.	130	—
21	31	31	39	31	30	30	—	—
—	—	1	10	1	3	3	—	—

Tabelle XX. Metazoen, Monatsmittel der Volumina für 100 Liter Meerwasser.

Namen der Tiere	VIII ² 1905	IX	X	XI	XII	I 1906	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monats- mittel	Maximales Vorkommen
I. Coelenteraten: Planula von <i>Aurelia aurita</i> L.	v.	v.	v.	v.	—	v.	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	0,762 (i. Vorj. 3,039)
II. Vermes:															
a) Turbellarien	0,756	v.	0,669	v.	v.	—	v.	v.	v.	4,932	v.	13,342	0,593	20,123	17,600
b) Rotatorien alle	1,400	6,100	0,900	2,640	1,200	1,800	v.	4,636	0,596	2,464	2,998	—	11,766	36,352	9,200
c) Chaetognathen (<i>Segitta bipunc-</i> <i>tata</i> Quoy et Gaim.)	0,738	v.	0,859	2,687	3,606	2,494	3,508	—	—	—	v.	v.	—	v.	11,766
d) Polychaeten	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	—	v.	0,004
III. Echinodermata (Larven)	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	—	v.	—
IV. Arthropoden:															
a) Phyllopoden (Cladoceren)	7,670	9,975	1,745	v.	—	—	—	—	—	v.	1,400	4,440	1,100	26,330	22,040 ¹⁾
b) Cirripeden (Larven)	v.	v.	v.	v.	—	—	—	—	—	v.	v.	v.	v.	v.	0,539
c) Copepoden	25,576	42,384	35,080	28,052	17,807	10,450	7,980	10,847	8,582	37,184	9,325	7,388 ²⁾	13,723	254,378	56,677
d) Copepoditen u. Geschlechts- hier:	15,583	30,309	20,339	21,905	14,818	8,963	5,867	8,250	4,782	26,077	7,429	5,709	11,036	181,067	47,352
1. <i>Oithona similis</i> Claus	4,968	6,357	8,978	12,247	8,969	4,748	2,733	1,812	1,069	2,551	0,816	0,795	2,530	58,573	23,494
2. <i>Acartia</i> (3 Arten)	2,912	4,840	3,168	2,271	2,611	0,314	0,511	1,813	0,924	7,467	1,467	0,924	0,658	30,517	16,800
3. <i>Temora longicornis</i> O.F.M.	1,196	9,367	2,997	2,818	0,669	0,052	0,007	0,598	0,507	2,870	1,209	0,572	3,475	26,337	21,060
4. <i>Temora hirsuta</i> Gbr.	2,100	4,150	1,910	1,220	0,005	0,040	0,015	0,720	0,205	1,544	0,385	0,500	0,027	12,821	7,720
5. <i>Centropages hamatus</i> Lillj.	2,425	1,762	0,994	0,765	0,044	1,585	0,062	0,269	0,356	3,535	1,406	1,100	0,192	14,495	5,375
6. <i>Paracalanus parvus</i> Cl.	1,980	3,459	2,268	2,213	4,349	2,021	2,121	1,206	0,957	3,350	1,692	0,264	1,756	27,636	6,438
7. <i>Pseudocalanus elongatus</i>	—	0,372	—	0,562	0,270	0,202	0,417	1,628	0,370	4,945	0,552	1,551	2,397	13,266	15,886
Böck.	0,002	0,002	0,002	0,005	0,001	0,002	0,001	0,004	0,006	0,007	0,001	0,003	0,001	0,037	0,023
8. Harpactiden	9,314	11,056	13,754	5,827	2,924	1,479	2,039	2,215	3,537	10,594	1,685	1,566	2,409	68,399	25,478
β) Nauplien															
1. von <i>Oithona</i> , <i>Acartia</i> , <i>Temorella</i> (?)	5,730	6,375	6,805	5,049	2,732	1,309	1,851	1,232	1,827	5,782	0,814	0,972	1,826	42,304	10,988
2. von <i>Centropages</i>	0,414	0,621	0,871	0,060	0,063	—	—	—	0,084	1,051	0,050	0,167	0,089	3,490	3,002
3. " <i>Temora</i>	1,980	2,506	4,903	0,595	0,128	0,079	0,100	0,391	0,564	1,650	0,809	0,341	0,224	14,270	14,652
4. " <i>Paracalanus</i> , <i>Pseudo-</i> <i>calanus</i>	1,212	1,844	1,175	0,201	v.	0,092	0,088	0,591	1,061	2,109	0,009	0,086	0,270	8,738	5,824
γ) Eier	0,679	1,019	0,987	0,320	0,065	0,008	0,074	0,302	0,263	0,513	0,211	0,113	0,278	4,892	1,520
1. Eierhäuten von <i>Oithona</i>	0,302	0,251	0,566	0,287	0,045	0,008	0,069	0,285	0,104	0,139	0,047	0,033	0,179	2,315	1,017
2. Eier von <i>Centropages</i>	0,243	0,669	0,368	0,031	0,020	—	0,005	0,009	0,151	0,313	0,095	0,039	0,062	2,005	0,150
3. Eier isoliert, m. Membr.	0,120	0,039	0,001	v.	—	v.	v.	0,006	0,006	0,058	0,078	0,023	0,029	0,360	1,128
4. Eier isoliert, m. Schale	0,015	0,057	0,027	0,003	—	—	—	0,002	0,002	0,003	0,005	0,004	0,008	0,126	0,115
δ) Isopoden (<i>Cryptosiscus</i>)	—	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.
ε) Decapoden (<i>Zoëa</i>)	—	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.
V. Mollusken:															
1. Junge Muscheln	0,532	0,532	v.	v.	—	v.	—	v.	v.	1,311	1,243	v.	v.	3,086	3,331
2. " Schnecken	v.	v.	v.	v.	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,700 (i. Vorj. 1,169)
3. Gymnosomenlarven	v.	v.	v.	v.	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,390 (i. Vorj. 0,753)
VI. Molluscoideen	v.	v.	v.	v.	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,549
VII. Tunicaten (<i>Oithopleura dioica</i> Fol.)	2,466	1,721	0,952	0,024	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,163	2,573 (i. Vorj. 3,285)
VIII. Formen unsicherer Stellung															
Metazoen alle	39,971	62,141	41,206	33,866	22,702	14,769	11,896	15,693	9,291	46,288	15,425	26,256	27,640	367,144	71,638
Coelenteraten	0,330	0,323	0,155	v.	—	v.	—	0,001	v.	0,015	v.	0,035	0,034	0,893	0,762
Vermes	2,898	6,679	2,552	5,429	4,859	4,293	3,909	4,837	0,679	7,360	3,047	14,224	12,359	73,125	22,206
Echinodermata	0,001	v.	v.	v.	—	v.	—	—	—	—	v.	v.	—	v.	0,004 (i. Vorj. 0,512)
Arthropoden	33,523	52,359	36,826	28,052	17,807	10,450	7,980	10,847	8,582	37,184	10,725	11,828	14,823	280,786	63,167
(Copepoden)	(25,576)	(42,384)	(35,080)	(28,052)	(17,807)	(10,450)	(7,980)	(10,847)	(8,582)	(37,184)	(9,325)	(7,388)	(13,723)	(254,378)	(56,677)
Mollusken	0,614	0,814	0,634	0,269	0,027	0,023	0,004	0,007	0,030	1,809	1,651	0,169	0,424	6,475	3,457 (i. Vorj. 84,600)
Molluscoideen	0,139	0,245	0,087	0,092	0,009	0,003	—	0,001	—	—	—	—	—	0,580	0,549
Tunicaten	2,466	1,721	0,952	0,024	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,163	2,573 (i. Vorj. 3,285)

1) D. aus Netz- und Filterfangl im Netz 33,400, im Filter 10,680. — 2) In Wirklichkeit betrug die Masse noch weniger als hier angegeben. Die Menge der Copepoden war so gering, daß die Centrifugenfänge nur sehr ungenaue Werte gaben; daher sind hier nur die Zahlen für den Filterfang vom 25. VII. verwendet, obwohl gegen Ende des Monats bereits wieder ein Ansteigen der Volkszahl eingetreten war. Vielleicht würde der Durchschnitt in Wirklichkeit nur 3,420 cmm betragen haben.

der Zelleib machte natürlich diese Gliederung mit. 65—100 μ lang. — Nie häufig, aber im Frühjahr, Sommer und Herbst regelmäßig vorkommend; vom Dezember bis März wurde sie nicht gefunden. Die größte Häufigkeit betrug 7800 Individuen in 100 Litern.

3. *Laboea globosa* n. sp.

Schale breit becherförmig, kurz, mit kleinen Buckeln bedeckt; 60 μ lang. — Von dieser Art wurden nur wenige Exemplare im August (17., 31. 05) und Mai (2. 06) gefunden.

3. Von den skelettlosen Formen erreichte nur eine Halteria-Art (*Halteria rubra* n. sp., Taf. XVII, Fig. 37—41) größere Bedeutung. Dieselbe fehlt nie im Auftrieb und erreicht ihr Maximum im Oktober mit 390 000 Individuen in 100 Litern; eine leichte Zunahme ist aber auch im Frühjahr zu bemerken. Die größeren Tiere sind durch ihre rote Färbung sehr auffällig. Unter dem Deckglase gehen sie sehr schnell zu Grunde und zerfließen vollständig. So lange sie leben, erschwert ihr blitzartiges Hin- und Herschießen im Gesichtsfelde die Untersuchung sehr.

Von dieser Halteria, die durch die Reduktion des oralen Abschnittes und das Fehlen eines circumoralen Wimperkranzes charakterisiert ist, fand ich vereinzelt kleine, völlig farblose Exemplare, wie sie bisher auch sonst von Arten dieser Gattung abgebildet und beschrieben sind. Der Körper gliedert sich bei ihnen (Fig. 37) in einen großen, kugeligen Rumpfabschnitt, dessen Plasma zahllose, unregelmäßig geformte, stark lichtbrechende Partikelchen enthält, und in einen rüssel- oder schnauzenförmigen Aufsatz, der die kreisrunde Mundöffnung trägt. An der Grenze beider Teile ist ein dichter Kranz von Cilien inseriert. Die Mehrzahl derselben ist gewöhnlich über den Rumpfabschnitt zurückgeschlagen und befindet sich in der Ruhelage. Ein Teil aber ist radiär straff ausgestreckt und hält das Tier im Wasser schwebend oder schnellt es durch energische Schläge blitzartig fort. Diese Bewegung ist äußerst charakteristisch; nach jedem Fortschnellen pflegt die Halteria einige Zeit unbeweglich, mit ausgestreckten Sprungcilien zu ruhen, bis sie von neuem fortschnellt. Endlich aber kann ein anderer Teil der Cilien auch nach vorn über den Rüssel vorgestreckt sein (Fig. 38). Der Mundkegel ist bei diesen Individuen sehr viel kleiner als der große, kugelige oder eiförmige hintere Abschnitt.

Neben diesen farblosen Tieren von 10—18 μ Größe fanden sich nun aber weit häufiger Halterien, deren Rumpf 1, 2 oder mehr, bis 100, tiefrote chromatophoren-ähnliche Plättchen enthielt und 20—50 μ groß war (Fig. 38 und 39). Die Individuen mit nur 1 oder 2 Plättchen zeigten im übrigen keine Abweichungen von den farblosen Tieren (Fig. 38); mit der Zunahme der Plättchenzahl stellten sich aber sehr bemerkenswerte Veränderungen ein. Vor allem verschwand die Mundöffnung und der Mundkegel nahm immer mehr an Umfang zu, bis er schließlich dem hinteren Rumpfabschnitt an Größe gleich gekommen war (Fig. 39). Zugleich traten nun die Plättchen, die zuerst nur am aboralen Pole in der Nähe des Kernes aufgetreten waren, nachdem sie die Zellwand des hinteren Rumpfabschnittes ganz bedeckt hatten, auch in den vorderen Abschnitt über, dessen Wand gleichfalls vollständig auskleidend. Die Fortbewegung der Tiere ist trotz dieser Veränderungen dieselbe geblieben. Die Größe aber ist auf 50 μ gestiegen. Im konservierten Zustande bieten die Halterien nun einen sehr merkwürdigen Anblick, indem die Plättchen von Vorder- und Hinterrumpf je einen traubigen Haufen von kleinen kugeligen Körpern bilden

und der struppige, dichte Cilienkranz beide Haufen in der Mitte trennt. Sie sind daher auch in den konservierten Fängen gut erkennbar und leicht zu zählen.

Bei Untersuchung lebender Halterien zergehen die Tiere oft nach einiger Zeit, indem die Zelle platzt und der Inhalt ausfließt. Dann werden die roten Plättchen frei und verändern nun sehr bald ihre Farbe, die aus der tief dunkelroten zunächst in eine hellrote und schließlich in eine grüne übergeht. Es sind diese Plättchen also zweifellos Chromatophoren. Zugleich aber zeigte sich (Fig. 40), daß jedes Plättchen von einer feinen Plasmaschicht umgeben ist, in der mehrere sehr kleine, stark lichtbrechende Kügelchen zu liegen pflegen. Die Größe der Chromatophoren betrug 4—8 μ . Von vornherein muß es als das Wahrscheinlichste gelten, daß wir es hier mit einer Symbiose zwischen der Halteria und einer einzelligen Alge zu tun haben. Zunächst ist, bisher wenigstens, kein Proto- phyt bekannt, der seinem Körperbau nach zu den Ciliaten zu stellen wäre; dann aber weisen auch das allmähliche Auftreten der Chromatophoren im Körper der Halteria und die merkwürdigen Formänderungen, die mit der Zunahme der Chromatophoren verbunden sind, deutlich auf eine Infektion hin. Endlich spricht die Umhüllung der isolierten Chromatophoren mit einer eigenen Plasmaschicht noch mehr für die Auffassung derselben als Organ einer eingewanderten Zelle. Allerdings ist es mir nicht gelungen, Kerne für diese Chromatophor-führenden Zellen nachzuweisen und ebensowenig Zellteilungen, die dann ja vorkommen müssen, festzustellen. Sehr wichtig ist aber noch, daß in der Tat im Meere kleine Phytoflagellaten mit je einem weinroten, plattenförmigen Chromatophor vorkommen (Tafel XVII, Fig. 41), die nach Größe und Bau auffällig mit jenen aus Halteria isolierbaren Elementen übereinstimmen. In den Gehäusen von *Oikopleura dioica* fand ich im August 1905 solche Flagellaten, deren Durchmesser 4 μ betrug, die kugelig waren und neben einem plattenförmigen, roten Chromatophor ein farbloses, aber kleine, stark lichtbrechende Körper enthaltendes Plasma enthielten. Sie besaßen eine Geißel, die mehr als doppelt so lang wie der Körper war und mittelst deren sie lebhaft umherschwammen.

Unter den freilebenden Phytoflagellaten fand ich in der Kieler Bucht nur eine Art mit roten Chromatophoren *Rhodomonas pelagica* n. sp. (pag. 286—288). In der Farbe der Chromatophoren stimmt sie auffällig mit dieser symbiotisch in Halteria lebenden Art überein, aber sie hat zwei Geißeln und kann daher mit dieser Form nicht in Verbindung gebracht werden. Auch die Form des Chromatophors bei *Rhodomonas* und die Größe der Art spricht des Weiteren gegen die Annahme, daß sie unter bestimmten Umständen in Halteria lebe und die hier beobachteten Chromatophoren von ihr herrührten. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß eine andere, kleinere Art mit rundlichem, scheibenförmigen Chromatophor die Rotfärbung der Halterien hervorruft und der einzige bisher bekannt gewordene Flagellat, der nach Größe der Zelle, Form, Färbung und Größe des Chromatophors und Beschaffenheit des Plasmas in Betracht kommen kann, ist jene in den Appendicularien-Gehäusen gefundene kleine Pflanze, die ich daher *Erythromonas haltericola* nennen will. Sie muß von der Halteria als Nahrung durch den Mund aufgenommen werden und dann im Körper derselben sich vermehren, indem nun ein symbiotisches Zusammenleben zwischen ihr und der Halteria eintritt. Letztere stellt ihre tierische Nahrungsaufnahme ein, indem sie durch die Pflanzenzellen ernährt wird, erstere werden durch die

Halterien im Wasser umhergeführt. Die Halteria verliert den Mund, die Erythromonas die Geißeln.

Wahrscheinlich ist eine solche Symbiose auch bei anderen Halteria-Arten ausgebildet; wenigstens gibt Sav. Kent an (Manual Infusoria, vol. II, pag. 632/633, 1881/82), daß *H. viridis*, *verrucosa* und *lobata* From., die im Süßwasser leben, grün gefärbt seien.

Sonst kamen noch an Ciliaten regelmäßiger Strombidium und Lacrymaria im Herbst vor. Ersteres, das auch in den Appendicularien-Gehäusen sich fand und dessen Leib oft dicht mit gelben Zellen erfüllt war, war auf den September und November beschränkt, während die langgestreckte Lacrymaria vom August bis November im Auftrieb sich fand.

Vorwiegend im Frühjahr trat *Didinium nasutum* O. F. Müller auf und eine große Zahl kleiner kugeliger Ciliaten mit mächtigem, rings geschlossenem oralen Cilienkranz, dessen einzelne Cilien wie bei manchen Tintinnen und bei Laboea an ihrem distalen Ende eine Fahne feinsten Härchen tragen (Taf. XVII, Fig. 11). Dicht unter dem Kranze lag ein großer, wurstförmig gekrümmter Kern. Die Tiere waren von sehr verschiedener Größe, so daß sich meist gut eine kleine Form von nur 20—25 μ Durchmesser und eine größere von 50—90 μ Dicke unterscheiden ließ. Es ist daher wahrscheinlich, daß hier zwei verschiedene Arten vorliegen. Im April waren sie sehr häufig (Maximum 170 000 Zellen in 100 Litern), im Winter sehr selten oder fehlend; im Herbst nahm ihre Zahl wieder etwas zu.

Ein Ciliat, der auf Tafel XVII, Fig. 4 wiedergegeben ist, aber wegen seiner großen Empfindlichkeit nicht näher untersucht werden konnte, hat einige Ähnlichkeit mit der von Fromentel (Étud. Microzoaires, Paris 1874—76, Pl. 24, Fig. 7—8) als *Strombidium caudatum* beschriebenen Form, obwohl dieselbe schwerlich in die Gattung Strombidium gehört und völlig farblos ist. Der birnförmige Rumpf trägt einen dünnen Kranz einfacher, sehr zarter Cilien, zwischen denen das Mundfeld kegelförmig vorspringt. Das aborale Ende hat einen langen, fadenförmigen Fortsatz, durch den das Tier sich blitzartig fortschleudert. Der Rumpf ist 20 μ lang, das ganze Tier gleichmäßig zitronengelb gefärbt. Am häufigsten war diese Art im April, sie kam aber auch im Herbst wieder vor. Im Winter und Sommer wurde sie überhaupt nicht beobachtet.

Andere Ciliaten, wie verschiedene Hypotricha, auf Copepoden festsitzende Vorticellen, Acineten kamen nur gelegentlich und in so geringer Anzahl vor, daß hier nicht besonders auf sie eingegangen zu werden braucht.

D. Die Metazoen. (Tabelle XIX und XX, Seite 300—302.)

Unter den Protisten kamen Arten vor, die in bestimmten Entwicklungszuständen das pelagische Leben aufgeben und auf den Meeresboden niedersinken. So bildet ein Teil der Chaetoceras-Arten Ruhesporen, desgleichen verschiedene Arten der Tintinnen. Einige wenige Diatomeen, die wie Cocconeis, Licmophora regelmäßig im Auftrieb gefunden wurden, sind überhaupt keine Planktonorganismen, sondern werden nur im Küstengebiet von ihrem Standorte losgespült und längere Zeit im Wasser suspendiert gehalten. Diese letzteren Arten sind aber selbst an unserer Station trotz ihrer Küstennähe ohne größere Bedeutung und die Ruhesporen der Tintinnoideen sind, wie es scheint, nur auf einige Arten beschränkt und nicht sehr zahlreich,

so daß nur die Dauersporen der *Chaetoceras* eine nennenswerte Rolle spielen können. Es ist aber wichtig, daß in beiden Fällen, bei *Tintinnen* und *Chaetoceras*, die ganze Periode des aktiven Lebens sich pelagisch abspielt und nur ein encystierter Ruhezustand am Meeresboden überstanden wird. Der Stoffwechsel wird also ausschließlich im pelagischen Zustande durchgemacht.

Bei den Gewebstieren liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Sieht man von einzelnen Krustaceen (*Harpactiden*, *Amphipoden*) und Würmern (*Nematoden*) ab, die gelegentlich im Auftrieb erscheinen, obwohl sie der Bodenfauna angehören, und die so spärlich auftreten, daß sie weder nach Zahl noch nach Masse irgend einen Einfluß auf die Zusammensetzung des übrigen Planktons ausüben, so enthält dieses noch eine große Zahl anderer Formen, die nur als Larven oder als Geschlechtstiere dem Plankton zugehören und also einen großen Teil ihres Stoffwechsels auf dem Meeresboden vollziehen. Zwar behält jedenfalls ein Teil der Muscheln auch im späteren Leben die Planktonnahrung bei, die übrigen Formen aber gehen dann zu einer ganz anderen Nahrungsweise über und geben also jede Beziehung zum Plankton auf. Bei den Würmern, *Echinodermen*, *Bryozoen* und *Mollusken* sind die Larvenformen pelagisch, während die Geschlechtstiere den Boden bewohnen; es ist daher verständlich, daß die Eierproduktion und damit die Zahl der plötzlich im Wasser auftretenden Larven von dem Zustande des übrigen Planktons unabhängig und zunächst auch lokal sehr wechselnd ist. Das Gleiche muß für die Bildung der Geschlechtstiere bei den einen Generationswechsel durchmachenden *Coelenteraten* gelten. Nur bei den *Cladoceren* kommt es in ähnlicher Weise wie bei den obengenannten Protisten zur Ausbildung von Ruhezuständen (Dauer- oder Winteriern), die wahrscheinlich auf den Boden, auf tiefem Wasser, vielleicht auch nur in tiefere Wasserschichten niedersinken.

Wir werden daher zweckmäßiger Weise die holopelagischen Formen von diesen hemipelagischen Formen trennen:

I. Holopelagische Metazoen.

Diese machen den größten Teil aller Gewebstiere in der Kieler Bucht aus, allerdings wesentlich nur deshalb, weil zu ihnen die dominierende Familie der *Copepoden* gehört. Sonst sind noch hierher zu stellen die *Turbellarien*, *Rotatorien*, *Sagitten*, *Isopoden*, *Pteropoden* und *Appendicularien*.

1. Vermes:

Die Würmer wurden vor allem durch Rädertiere vertreten; *Turbellarien* und *Sagitten* kamen zwar auch vor, waren aber individuenarm und im allgemeinen auf eine bestimmte Jahreszeit beschränkt. Die *Sagitten* traten im August auf, erreichten im September ihr Maximum und nahmen dann ganz allmählich an Zahl ab, um im März schließlich ganz zu verschwinden. Die Maximalzahl für 100 Liter war 23 Individuen; da sie, wenn man von den *acraspeden* *Medusen* und *Beroë* absieht, zu den größten Planktontieren der Ostsee gehören, so machen sie trotz dieser äußerst geringen Volksstärke doch dem Volumen nach fast ebenso viel Masse aus, wie die gesamten *Polychaeten* des Planktons. Hensen fand *Sagitten* 1883—1885 das ganze Jahr hindurch in der Kieler Bucht und zwar in der größten Zahl nicht im Herbst, sondern im

Februar und März! „Der Sommer erscheint arm, der Winter steigend, gegen Ende Februar sowie Anfang März reich an Sagitten“ (pag. 59); die größte Häufigkeit betrug aber auch nur 50 Individuen auf 100 Liter Wasser. Da Hensen mit dem großen Planktonnetz fischte und die Sagitten so spärlich auftreten, könnte man meinen, daß meine Werte zu ungenau seien, um das wirkliche Auftreten wiederzugeben. Aber auch Chaetoceras und andere Diatomeen zeigen in den Beobachtungsjahren Hensens die gleiche merkwürdige Abweichung von meinem Beobachtungsjahre, so daß hier zweifellos Verschiedenheiten in dem Auftreten des gesamten Planktons vorliegen, auf die im folgenden Abschnitt noch näher eingegangen werden wird. 1896 ist Sagitta ganz offenbar im Herbst am häufigsten gewesen und hat im Winter stetig bis zum März hin abgenommen. Eier wurden auch gefunden und zwar nur im August und in sehr geringer Zahl (1 in 100 Litern); Hensen beobachtete im November 1884 17 Eier in 100 Litern, in geringer Zahl traten sie aber von Juni 1884 bis März 1885 auf.

Von Turbellarien kamen zwei Formen vor; die eine flach und eiförmig bis elliptisch im Umriß, war sehr spärlich und kam regelmäßiger nur im März, April und Mai vor. Im ganzen wurden nur 11 Exemplare gefunden; das Maximum war 2 Individuen in 100 Litern. Die zweite Form war langgestreckt, zylindrisch und vielfach in Querteilung begriffen. Sie war nur im September, Oktober, November häufiger, kam aber vereinzelt auch im Mai vor. Sie erreichte eine Dichte von 320 Individuen in 100 Litern.

Sowohl nach Arten- wie Individuenzahl von viel größerer Bedeutung waren die Rotatorien. Es kamen etwa 7 Arten in 5 Gattungen vor, von denen allerdings Synchaeta völlig dominierte. Obwohl es nicht schwer war, drei verschiedene Formen unter den Synchaeten zu trennen, ist mir doch eine Bestimmung weder nach lebendem noch nach konserviertem Materiale gelungen, so daß ich nur die Summe aller Synchaeten angegeben habe. Sie waren im Winter sehr selten, im Mai und Juli sehr häufig. Im Juli stieg ihre Zahl auf 24000 Individuen in 100 Litern oder auf 1 Individuum in 4 ccm Wasser! Schon im September war ihre Zahl auf etwa 100 gesunken, im Dezember ging sie auf 50, im Januar und Februar gar auf einige wenige Individuen in 100 Litern hinunter. Das Frühjahrsmaximum war 1906 sehr regelmäßig ausgebildet, wie die nachstehenden Zahlen der aufeinander folgenden Fänge vom 4. April bis 7. Juni zeigen: in 100 Litern fanden sich 10, 18, 78, 49, 352, 592, 15840, 4732, 729, 35 Individuen. Ende Juli stieg dann, nachdem die Zahl von Anfang Juni ab sehr niedrig geblieben war, dieselbe plötzlich auf 23700 Individuen an, wobei alle drei Formen etwa gleich stark beteiligt waren, und hielt sich im August noch immer auf 12000 bis 3000. Man wird daher wohl das zweite Maximum dem Sommer- und Herbstmaximum anderer Arten vergleichen können. Hensen, dessen Zahlen ganz außerordentlich klein sind (im Maximum 63 Individuen in 100 Litern!), fand ebenfalls zwei Kulminationen (19. IV. und 30. IX. 84), die zeitlich sich vollständig mit den Kulminationen der übrigen Planktonformen decken und jene Ansicht stützen. Eier wurden das ganze Jahr hindurch beobachtet; ihre Zahl macht naturgemäß dieselben Schwankungen durch wie die Zahl der Tiere; das Verhältnis zwischen Ei- und Tierzahl ist aber ein so wechselndes, daß sich keinerlei Schlüsse daraus ziehen lassen.

Von den übrigen Gattungen hat nur die kleine, gestreckte *Mastigocerca* größere Bedeutung. Sie war im September, Oktober und November nicht selten (Maxim. 700 Individuen in 100 Litern) und kam vereinzelt auch im Mai, Juni, Juli vor; im übrigen Jahre wurde sie nie angetroffen.

Notolca, *Brachionus*, *Anuraea* wurden dagegen nur im April und Mai und meist in nur wenigen Exemplaren, oft nur in leeren Schalen gefunden. Ebenso verhielt sich eine langgestreckte, keulenförmige, nicht gepanzerte Form, die jedoch im Mai (16. V.) an einem Tage so häufig war, daß 960 Individuen auf 100 Liter kamen.

2. Crustaceen:

Außer den Copepoden kommt nur noch ein ectoparasitisch auf den Copepoden lebender Isopod *Cryptoniscus* in Betracht, der nur im August, September und Oktober beobachtet wurde, aber an der Station nie häufig war.

Die Copepoden, als die wichtigste Gruppe der Metazoen und der Planktontiere überhaupt, bedürfen einer eingehenderen Besprechung. Gefunden wurden 9 Arten (*Oithona similis* Cl.; *Acartia discaudata* Giesbr., *bifilosa* Giesbr.; *longiremis* Lillj.; *Temora longicornis* O. F. Müll.; *Temorella hirundo* Giesbr.; *Centropages hamatus* Lillj.; *Paracalanus parvus* Cl.; *Pseudocalanus elongatus* Böck.). Nächst *Oithona*, die mit 19000 ausgebildeten Copepoden die bei weitem häufigste Art an der Station war, kam *Paracalanus* mit 5 mal geringerer Individuenzahl. Als drittreichste Spezies schloß sich ihnen *Acartia* an (2100 Individuen). Die übrigen Arten waren spärlicher vertreten, doch fanden sich alle Spezies das ganze Jahr hindurch.

Mit Ausnahme von *Pseudocalanus*, die nur ein Frühjahrsmaximum erkennen ließ, zeigen alle Arten mehr oder weniger deutlich eine Dichtigkeitszunahme im Frühjahr und im Hochsommer oder Herbst. Im Winter sind sie sehr spärlich; ebenso sinkt ihre Zahl zwischen beiden Maxima im Juni und Juli stark.

Von besonderem Interesse ist das Verhalten der verschiedenen Entwicklungsstadien der Copepoden im Laufe des Jahres. Gehen wir aus von der Zahl der Eier, so erreicht dieselbe im Mai und Oktober ihre größte Höhe, nachdem sie zu beiden Zeiten schon während der beiden vorhergehenden Monate sehr hoch gewesen ist. Der Abfall erfolgt weit schneller, immerhin hält sich die Zahl im Juni und November noch in ziemlicher Höhe. Der Übergang zu den Perioden der Eiarmut im Winter (XII—II) und Sommer (VII, VIII¹) ist ein ganz rapider. Im Mai ist die Zahl der Eier 17, im Oktober sogar 41 mal so groß wie im Januar (siehe untenstehende Tabelle).

Im allgemeinen macht die Zahl der Copepoden dieselben Änderungen durch und es ist daher zu untersuchen, ob die Fruchtbarkeit der Erwachsenen sich während des Jahres gleich bleibt oder ändert. Hierüber gibt zunächst das Verhältnis zwischen der Eizahl und der über das Nauplius-Stadium vorgeschrittenen Copepoden einen Anhalt. Man sieht aus der Tabelle (Seite 309) sofort, daß im Winter (XII, I) erst auf 9—15 Erwachsene ein Ei kam, während im übrigen Jahre schon auf 2,5—0,3 Erwachsene ein Ei zu rechnen war. Die Fruchtbarkeit war also im Winter außerordentlich herabgesetzt. Noch deutlicher tritt dies hervor, wenn man die Zahl der Eier nimmt, die durchschnittlich in den Eier-

haufen von *Oithona* zusammenlagen. Während dieselben in der Zeit vom November bis Februar nur je 3—5 Eier enthielten, umschlossen sie sonst 6—10 Eier. Ähnlich verhielt sich *Centropages*, dessen Eier durch ihre fingerförmigen Fortsätze der Hülle leicht erkannt werden. Vom März bis September kamen 3—8 Eier auf einen Erwachsenen, vom Oktober bis Februar fehlten die Eier ganz oder waren so selten, daß höchstens 0,1 auf einen Erwachsenen gerechnet werden konnte. Sehr bemerkenswert ist dabei, daß bei *Oithona* nach der Frühjahrskulmination die Häufigkeit der Copepoden erheblich sinkt, sogar noch tiefer als im Winter, trotzdem aber die Fruchtbarkeit deutlich erhöht bleibt und an dem Sinken nicht teilnimmt. Um so auffälliger ist, daß im Mai die Zahl der Eier pro Haufen nur 4 beträgt, also ebensowenig wie im November; da im April das Maximum der Eiproduktion erreicht war (10 Eier pro Sack), so könnte dies rapide Herabgehen der Eiproduktion mit einer Erschöpfung zusammenhängen, umsomehr als auch nach dem Herbstmaximum ein so rapides Sinken eintrat. Nur ging dasselbe damals in das Minimum des Winters über, während hier der Sommer ein schnelles Wiederansteigen bedingt.

Copepoden-Eier	VIII ² 1905	IX	X	XI	XII	I 1906	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	D.
1. Zahl aller Eier	4 750	6 450	7 350	1 925	210	180	740	2 600	1 800	3 100	1 950	770	890	—
2. Copepoden (Erw.): Eier	0,5	0,5	0,6	2,5	15,0	9,0	1,5	0,3	0,3	0,7	0,3	0,6	1,0	2,5
3. Eier: <i>Centropages</i>	7	3	0,1	v.	—	v.	v.	3	2,5	3	7	3	8	—
4. <i>Oithona</i> , Eier pro Haufen	6	7	8	4	3	5	4,5	7,5	10	4	6,5	9,5	8,5	6,5

Vielleicht am besten charakterisiert den Winter, daß er allein ein Übergewicht der erwachsenen Copepoden über die Eier und über die Nauplien schafft, während sonst stets die Entwicklungszustände zahlreicher, z. T. sehr viel zahlreicher sind als die erwachsenen Individuen. Bei den Eiern erreicht die Armut eine solche Höhe, daß im Dezember 15 Erwachsene auf 1 Ei kommen, während bei den Nauplien zur gleichen Zeit doch nur 2 Erwachsene auf 1 Nauplius fallen. Auch hält bei den Eiern dies Mißverhältnis 4 Monate (XI—II), bei den Nauplien nur 2 Monate (XII und I) an. Das erklärt sich offenbar daraus, daß das Eistadium von sehr viel kürzerer Dauer ist (8—10 Tage), als das zahlreiche Häutungen umfassende Naupliusstadium, und daher die Eier bei achttägigen Fängen fast sofort eine Änderung der Produktionsstärke ergeben, während bei den Naupliusstadien die Wirkungen anfangs langsamer hervortreten und nachher durch die eintretende Verlangsamung der Weiterentwicklung zum Geschlechtstier früher wieder kompensiert werden.

Es lassen sich leicht während der Zählung 4 Formen von Nauplien unterscheiden; 2 derselben entsprechen den Larvenformen von *Centropages* und *Temora*, die 2 anderen je einer Gruppe von Arten: *Oithona*, *Acartia*, *Temorella* (?) auf der einen, *Pseudocalanus* und *Paracalanus* auf der anderen Seite. Da nach Obergs Arbeit *Paracalanus* ein Gast aus der Nordsee ist, der sich hier nicht fortpflanzt und dessen Larven nur spärlich in der Kieler Bucht gefunden werden, so würden diese letzteren Nauplien wesentlich auf *Pseudocalanus* zu beziehen sein. Ebenso würde aus der anderen Gruppe *Temorella* ausscheiden, die nach Kuhlitz eine reine Brackwasserform ist und in der Bucht nicht entwicklungsfähig bleibt.

Zunächst zeigen die absoluten Zahlen in der Übersichtstabelle (pag. 300—301) ohne weiteres, daß die Nauplien sich ebenso verhalten wie die Eier, d. h. daß sie im Winter und im Sommer im Minimum, im Frühjahr und Herbst im Maximum vorhanden sind. Während aber bei den Eiern ganz allgemein das Winterminimum viel ausgeprägter war als das des Sommers, weichen bei den Nauplien von *Oithona* beide Minima wenig voneinander ab und um so stärker treten die beiden Maxima hervor. (Eier: Minimalzahlen 180 und 772; Nauplien: Minimalzahlen 1400 und 1300). Bei den ausgebildeten Copepoden von *Oithona* und *Paracalanus* kehrt sich das Verhältnis beider Minima zueinander sogar völlig um, indem das Sommerminimum erheblich kleinere Werte (Minimalzahl 510) aufweist als das Winterminimum (Minimalzahl 740). Mit anderen Worten: das Sommerminimum ist charakterisiert durch ein sehr starkes Zurücktretten der Copepoditen und Geschlechtstiere, das Winterminimum durch ein tiefes Sinken der Eiproduktion bei einer relativ großen Zahl der ausgebildeten Tiere.

Für die einzelnen Naupliengruppen ergibt sich, daß die für *Pseudocalanus*-Larven gezählten Formen entschieden viel *Paracalanus*-Nauplien umfaßt haben, da man nur unter Berücksichtigung der ausgebildeten Formen beider Arten regelmäßige und mit denen anderer Arten vergleichbare Verhältniszahlen für Nauplius/Erwachsen erhält und bei Ausschluß von *Paracalanus* die Nauplien in ganz ungeheurerlicher Weise überwiegen. Ganz unregelmäßige Zahlenwerte gibt auch *Temora* für dieses Verhältnis, indem fast stets die Nauplien viel zahlreicher sind als die ausgebildeten Tiere (1,5—180 mal!). Worauf dies beruht, weiß ich nicht anzugeben. *Centropages* sowie *Oithona* + *Acartia* liefern Proportionen, die sich vollständig denen der Gesamtheit der Nauplien anschließen.

Auf 1 ausgebildeten Copepoden kamen Nauplien:

1905 und 1906	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	D.
1. Bei <i>Oithona</i> + <i>Acartia</i> .	3	2,6	2,1	1,2	0,4	0,7	1,6	1,5	4,0	4,2	3,2	2,9	2,1	2,3
2. Bei <i>Centropages</i>	2,2	2,3	1,2	1,0	(19,0)	—	—	—	3,1	3,9	0,8	2,0	6,0	1,9
3. Bei <i>Pseudocalanus</i> + <i>Paracalanus</i>	2,5	2,0	2,0	0,3	0,x	0,6	0,6	1,6	4,6	2,1	0,3	0,6	2,2	1,5
4. Bei Summe der Nauplien	2,9	2,5	2,3	1,1	0,5	0,8	1,6	1,6	3,9	3,4	2,9	2,6	2,1	2,2

Bei allen Formen ist also der Nachwuchs im Winter herabgesetzt, bei *Centropages* tritt das außerdem im Juni, bei *Pseudo-Paracalanus* im Juni und Juli ein.

Die Copepoditen und Geschlechtstiere, die bei der Zählung zusammengefaßt wurden, zeigen wie Eier und Nauplien die beiden Kulminationen. Bei *Acartia*, *Centropages* und *Pseudocalanus* fällt die Zeit der größten Häufigkeit in das Frühjahr; für die Larven von *Centropages* gilt dasselbe und höchst wahrscheinlich auch für die Larven der beiden anderen Arten, die nicht gesondert gezählt wurden. *Temora*, *Temorella*, *Paracalanus* waren dagegen im September am häufigsten, *Oithona* erst im November. Die Nauplien von *Temora* kulminierten im Oktober, ebenso die Larven von *Oithona* + *Acartia* + *Temorella*; wahrscheinlich ist die wahre Kulmination für *Oithona* hier durch die Beimengung der Nauplien der beiden anderen Arten verdeckt. Bei *Pseudocalanus* waren merkwürdiger Weise August, September und Oktober die ärmsten Monate,

so daß hier nur im Mai ein ausgeprägtes Maximum zur Ausbildung kam; doch fand Anfang August 1906 ein Ansteigen der Zahl statt.

Während bei *Acartia*, *Temora*, *Temorella* und *Centropages* das Minimum in die Wintermonate fiel, lag dasselbe bei den beiden häufigsten Arten: *Oithona* und *Paracalanus* im Sommer, und im Winter war nur eine stetig von November bis zum August fortschreitende Verarmung zu konstatieren, auf die dann unmittelbar das Frühjahrsmaximum im Mai folgte. Bei *Oithona* wird diese plötzliche Zunahme verständlich, da schon im März die Produktion der Eier (von 9 auf 15 pro ♀ und von 720 auf 2500 in 100 Litern) gewaltig gestiegen war und im April auch die Zahl der Nauplien zugenommen hatte. Wenn *Paracalanus* aber, wie Oberg angibt, in der Beltsee sich kaum noch fortpflanzte, so müßte schon ein Import aus der Nordsee angenommen werden, um auch für diese Art die plötzliche Zunahme verständlich zu machen.

Einen guten Überblick über die Ab- und Zunahme der Eier, Nauplien und ausgebildeten Copepoden im Laufe des Jahres gibt nachstehende Übersicht, in der jedesmal die Minimalzahl des betreffenden Stadiums als Einheit für die übrigen Werte gesetzt ist. Außerdem ist die Zahl der trächtigen ♀ nach der Durchschnittszahl der Eier in zwei Eierhaufen, sowie auch die Anzahl der Nauplien, die auf ein Ei kamen, berechnet, um einige Anhaltspunkte für die Eiproduktion und die Schnelligkeit der Entwicklung zu geben.

Copepoden	VIII ² 1905	IX	X	XI	XII	I 1906	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	D.
1. Zahl der Eier (I = 1) . . .	26	36	41	11	1,2	1	4	14,5	10	17	11	4,5	5	—
2. „ „ Nauplien (I = 1) . .	6	7,5	8	4	1,2	1	1,8	1,5	2	7	1,5	1	1,5	—
3. „ „ ausgebildeten Cop. (VII = 1)	8	7,5	9	10	6,5	3,5	2,5	2,0	1,2	4,5	1,5	1	1,8	—
4. „ „ trächtigen ♀ (I = 1)	22	25,5	25,5	13	2	1	4,5	9,5	5	21,5	8,5	2	3	—
5. „ „ Eier in 2 Eierhaufen	12	14	16	8	6	10	9	15	20	8	13	19	17	13
6. „ „ Nauplien, die auf 1 Ei kamen	1,6	1,5	1,4	2,8	7,6	7,7	3,1	0,7	1,6	2,9	1,0	1,7	2,2	2,8

Hensen fand 1884/85 in der Kieler Bucht ganz ähnliche Mengen von Copepoden, wie ich 21 Jahre später bei Laboe, wie ein Vergleich der nachstehenden Zahlen zeigt:

Copepoden in 100 Liter	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Hensen 1884/85	5 300	12 000	13 000	7 100	4 200	?	9 800	8 300	?	15 000	?	?	6 100
Lohmann 1905/06	10 000	14 000	15 000	11 000	5 100	3 200	3 900	2 900	3 600	12 000	2 700	1 800	2 900

In Wirklichkeit wird die Zahl der Copepoden 1884/85 etwas höher gewesen sein, da ein Teil der Nauplien durch die Müllergaze hindurchschlüpft. Die Maxima liegen in beiden Fällen im Mai und Oktober. Die Minima sind von Hensen nicht getroffen, da im Januar sowie im Juni und Juli leider nicht gefischt wurde; dennoch tritt die Armut der Wintermonate deutlich hervor (Dezember 4200 Ind.).

In dem Rapport over Onderzoekingen betreffende de Visscherij in de Zuidersee für 1905/06 gibt H. C. Redeke (pars III, pag. 20/21) eine Zusammenstellung von Zählungsergebnissen der Copepoden und deren Nauplien für 8 Monate des Jahres 1905/06. Aus den Monatsmitteln läßt sich leicht das Verhältnis der Nauplien zu den älteren Copepoden berechnen und ich hoffte dadurch Vergleichsmaterial für die vorliegenden Beobachtungen zu erhalten. Leider zeigte sich, daß die Zahlen außerordentlich schwankten und einen Vergleich nur schwer zuließen. Redeke fand in 100 Litern:

Zuidersee	IX 05	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII 06
1. Copepoden	4 680	?	1 220	5 200	?	?	950	2 870	14 100	6 800	2 200	4 000
2. Nauplien	3 600	?	2 600	3 500	?	?	4 050	22 300	11 540	20 000	13 000	19 000
3. auf 1 Copepoden kamen Naupl.	0,8	?	2,1	0,7	?	?	4,2	8,0	0,8	3,0	6,0	4,7
Demgegenüber fand ich in der Kieler Bucht:												
4. auf 1 Copepoden kamen Naupl.	2,5	2,3	1,1	0,5	0,8	1,6	1,6	3,9	3,4	2,9	2,6	2,1

Während also von mir ein ganz regelmäßiges An- und Absteigen der Verhältniszahlen gefunden wurde, wie es zweifellos der Wirklichkeit entspricht, läßt sich aus Redekes Zahlen nur ersehen, daß auch in der Zuidersee im April das stärkste Überwiegen der Nauplien gefunden wurde, im übrigen aber tritt, wie vor allem die Verteilung der Minimalwerte erkennen läßt, keine Gesetzmäßigkeit hervor. Außerdem sind die Zahlen für Nauplien und Copepoden überraschend hoch; während bei Kiel das maximale Monatsmittel für erstere 10 300, für letztere 5000 Individuen betrug, fand Redeke in der Zuidersee ein Maximum von 22 300 Nauplien und 14 000 Copepoden. Sowohl die Regellosigkeit wie die Höhe der Zahlen dürfte eine Folge davon sein, daß nur Oberflächenwasser zur Untersuchung diente und daher jede lokale und vorübergehende Ansammlung von Krebsen in dieser Wasserschicht das Resultat auf das Stärkste beeinflussen mußte. Nur die Untersuchung vertikaler Wassersäulen entweder in toto mit Netz oder Schlauch oder stationenweis durch Entnahme von Stichproben aus verschiedenen Tiefen kann quantitativ zuverlässige Resultate ergeben. Hierzu mag noch kommen, daß die einzelne Wasserprobe zu klein war; doch reichten bei Kiel 50 Liter auch zur Feststellung des Vorkommens der Copepoden vollständig aus. Die Centrifugenfänge von je $\frac{1}{4}$ Liter Umfang brachten zwar auch noch den allgemeinen Gang der Entwicklung dieser Krebse zum Ausdruck, waren aber sonst für die Copepoden bereits zu klein.

3. Mollusken:

Holopelagische Mollusken sind zuerst von Hensen in der Ostsee beobachtet. Er fand am 24. II. 84 in der Kieler Bucht verschiedene Exemplare des Pteropoden *Spiralis retro-versus* Flem. = *Limacina balea* Möll. Später ist derselbe, so viel mir bekannt, hier nie wieder gefunden. Dagegen trat bei Laboe regelmäßig eine charakteristische Pteropodenlarve auf, die wahrscheinlich zu *Clio borealis* Phippi gestellt werden muß. Sie ist 250 μ lang, besitzt im konservierten Zustande einen ellipsoidischen Körper, der aus großen, blasigen, durchscheinenden Zellen gebildet wird und unterhalb der beiden Pole je einen kräftigen Wimperring trägt. Meist

ist der Körper an der Basis der Wimperringe kräftig eingeschnürt. In den Tabellen habe ich sie als Gymnosomenlarve aufgeführt. Sie war am häufigsten im Oktober und November (Maximum 110 Individuen in 100 Litern), im Februar sowie im Juni und Juli wurde sie gar nicht beobachtet. Auch bei ihr lassen sich also die beiden Minima im Winter und Sommer ohne Mühe erkennen; aber ihre Anzahl war im April und Mai nur sehr gering (2 und 1 Individuum!).

4. Tunicaten:

Auch hier kommt nur eine Art in Frage: *Oikopleura dioica* Fol. Zwar lebt auch noch eine zweite Appendicularie: *Fritillaria borealis* Lohm. in der Ostsee; sie ist aber in der westlichen Ostsee sehr selten und auf die Monate März und April beschränkt. Hensen fand 1884/85 von derselben folgende Mengen:

März 1884: (einige Exemplare in 10000 Litern),
 April 1884: im Maximum 1 Exemplar in 100 Litern,
 März 1885: 0,07 Exemplare in 100 Litern.

Diese Art, die am weitesten in die Ostsee vordringt und nahe an der finnländischen Küste beobachtet wird, ist hier also außerordentlich selten. Von mir ist sie überhaupt nicht gefangen.

Im Gegensatz zu *Fritillaria borealis* ist *Oikopleura dioica* auf die warme Jahreszeit beschränkt. Sie erreicht ihr Maximum im August (740 Individuen in 100 Litern), nimmt langsam im September und Oktober ab, ist im November nur noch sehr selten und fehlt das ganze übrige Jahr hindurch vollständig. Im August und November fand ich in den Filterfängen auch mehrere der von Goldschmidt beschriebenen Larvenformen, bei denen der Schwanz noch nicht vom Rumpfe abgebogen ist, sondern wie bei den übrigen geschwänzten Chordaten in die Längsachse des Körpers fällt und breit mit dem übrigen Rumpfe verwachsen ist. Es pflanzt sich die Art hier also fort.

Hensen fand 1884/85 nachstehende Werte (für 100 Liter, nur die Maximalzahlen wurden genommen):

VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
66	501	240	370	7	?	—	—	?	5	?	?	117

Das Maximum entwickelte sich also damals etwas später; die Zahlen waren etwas niedriger als 1905/06. Von besonderem Interesse ist aber, daß 1885 auch im Mai einige Individuen beobachtet wurden. Leider liegen aus dem Juni und Juli keine Fänge vor, so daß nicht zu ersehen ist, ob die Art damals schwand oder allmählich bis zum August hin zunahm. Es liegt aber nahe anzunehmen, daß 1885 *Oikopleura dioica* auch im Frühjahr ein kleines, ganz vorübergehendes Maximum gehabt hat.

II. Hemipelagische Metazoen:

Zu dieser Gruppe gehören zunächst die Cladoceren, die zu bestimmten Zeiten hartschalige Wintereier oder Dauereier produzieren. Die Eier sinken auf den Meeresboden und

machen hier eine Ruhezeit durch. Die Verhältnisse sind hier also ganz ähnliche wie bei den mit Ruhesporen und Dauercysten ausgestatteten Chaetoceras und Tintinnen.

Alle anderen hemipelagischen Metazoen machen einen Teil ihres aktiven Lebens entweder als Larve oder als Geschlechtstier auf dem Meeresboden durch; letzteres ist nur bei den Coelenteraten der Fall, ersteres bei den Polychaeten, Echinodermen, Cirripedien, Decapoden, Muscheln, Schnecken und Ascidien.

1. Cladoceren:

Es wurden nur Podon und Evadne gefunden; Bosmina, die Hensen 1884 und 1885 bei Kiel beobachtete, fehlte vollständig. Im Winter schwanden auch Podon und Evadne während unserer Fahrten gänzlich; vom Mai an traten indessen beide Gattungen auf und Podon wurde im Sommer recht häufig, während Evadne stets selten blieb. Im Oktober wurde die letzte Evadne, im November der letzte Podon gefangen. Die Zahlen für Podon schwanken im einzelnen sehr; zum Teil gab der Netzfang ganz andere Zahlen als der Filterfang. So enthielt das Netz am 7. September 1670 Individuen in 100 Litern, der Schlauchfang dagegen nur 530 Individuen. Auch Hensen hebt die Schwankungen in den Fangergebnissen hervor. Von Evadne war *Ev. spinifera* P. E. Müller selten und wurde nur an 2 Tagen im August und September beobachtet, während *Evadne nordmanni* Lovén vom Mai bis Oktober immer vorkam. Beide Arten erreichten nur eine Dichte von 32 resp. 34 Individuen in 100 Litern; Hensen fand für Evadne ein Maximum von 58 Individuen in der gleichen Wassermenge. Die Gattung kam 1884 fast das ganze Jahr hindurch im Plankton vor und fehlte nur im Januar. Es ließen sich deutlich 2 Maxima erkennen (Juni 58 Individuen, August 57 Individuen), zwischen denen im Juli ein Minimum von nur 7 Individuen lag. Im Winter war die Zahl so gering, daß auf die 100fache Wassermasse (10 cbm) nur einzelne Exemplare kamen. Podon erreichte 1905/06 eine maximale Dichte von 1700 Individuen in 100 Litern, während Hensen nur eine solche von 37 Individuen beobachtete. 1884 verhielt sich Podon ähnlich wie Evadne; er fehlte nur im Dezember, zwischen den beiden Maxima im Mai und September ging die Zahl bis auf 0,5 Individuen hinab.

Dauereier fand Hensen bei Bosmina im August, bei Evadne vom Juni ab. Ich selbst traf nur bei Podon Dauereier und zwar in der zweiten Hälfte des Oktober und im Anfang November, also ganz gegen Ende des Auftretens, und zwar kamen am 19. X. 05 auf 13,6 %, am 1. November auf 16 % aller Individuen 1 Ei. Bei Bosmina zählte Hensen auf 25 % derselben 1 Dauerei.

2. Coelenteraten:

Die Geschlechtstiere der Craspedoten Medusen kamen 1905/06 nur vereinzelt im Plankton vor. Vom November bis Februar wurden gar keine Exemplare gefangen, ebensowenig im Juni und Juli. Das Auftreten schließt sich also im allgemeinen dem der übrigen Metazoen an. Im Frühjahr wurde hauptsächlich *Obelia plana* Sars gefunden; daneben kam vereinzelt *Sarsia tubulosa* Sars vor. Im August und Oktober überwog dagegen *Sarsia tubulosa*, *Obelia* wurde

gar nicht erbeutet; es traten aber einige Individuen von *Dysmorphosa* auf, die sich von *D. carnea* durch den Besitz von 4 einfachen Mundgriffeln unterschieden. Außerdem wurde am 17. August 1 Exemplar von *Purena gemmifera* Forb. gefangen, das zahlreiche Knospen trug. Die Maximalzahl für Craspedote Medusen war im Frühjahr (März) und im Hochsommer (August) 5 Individuen in 100 Litern; Hensen fand 1885 in der Kieler Bucht in der Zeit vom Februar bis Mai im Maximum 0,3 Individuen in dieser Wassermasse, zu einer Zeit als sie im Hafen selbst „mit vollen Händen zu fangen gewesen wären“. Hier werden sie naturgemäß ebenso wie die Aurelien von Wind und Strömung zu dichten Massen zusammengetrieben, so daß ihre Masse eine enorme zu sein scheint. Weiter draußen bleiben sie gleichmäßiger im Wasser verteilt und da zeigt sich dann, daß sie im Vergleich zu anderen Planktonorganismen nur sehr spärlich vorhanden sind. Bei dem enormen Wasserreichtum ihrer Gewebe, ist auch die Masse die ihre Körper repräsentieren eine ganz bedeutungslose.

Der Ammen-Polyp von *Sarsia tubulosa* ist vermutlich *Syncoryne*, von *Dysmorphosa Podocoryne*, von *Obelia* der gleichnamige Polyp. Die Ammengeneration von *Purena* ist nach Hartlaub noch nicht bekannt.

Von Acraspeden Medusen kommt nur *Aurelia aurita* L. in Betracht; *Cyanea capillata* L. ist zu selten, um mit so kleinen Netzen noch gefangen zu werden. Auch von *Aurelia* gerieten normaler Weise nur kleine Individuen in das Netz, wenn nicht grade ein Schwarm von großen Aurelien am Boot vorbeitrieb. Die junge Brut, die als Planula-Larve einige Tage frei im Wasser umherschwimmt, wurde zuerst Ende Juli beobachtet, wo 44 Individuen auf 100 Liter kamen. Anfang September stieg ihre Zahl dann auf 950, im Jahre 1905 erreichte das Maximum sogar die Höhe von 3800 Individuen (9. VIII.). Ende Oktober ging die Zahl auf 5 Individuen hinunter, im November wurden nur noch einzelne Larven gesehen. Vom 5. Juli bis zum 17. November 1905 wurden folgende Mengen in je 100 Litern gefunden:

1905	VII		VIII					IX				X				XI		
	5.	19.	2.	9.	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28.	4.	12.	19.	26.	1.	8.	17.
Planula	1	25	100	3800	840	470	360	950	100	400	160	190	20	10	5	—	v.	—

Die erste Ephyra wurde am 31. I. 06 gefangen und seit dieser Zeit bis Ende April kamen dieselben mit überraschender Regelmäßigkeit im Auftrieb vor, indem an jedem Fangtage ohne Ausnahme 1 Ephyra in 1—4 Netzfängen erbeutet wurde. Am 31. I. kam 1 Ephyra in 4 Fängen oder also in rund 700 Litern Meerwasser vor, am 7., 21., 28. II., 9., 16., 22. III. stets 1 Ephyra in 3 Fängen oder rund 500 Litern Wasser, ebenso am 11. und 21. IV. Am 4. IV. wurde schon in 2 Fängen (= 350 Lit.), am 28. III. sogar in jedem Fange 1 resp. 2 Ephyra erbeutet (in 100 Litern durchschnittlich 1 Individuum). Den 27. IV. wurde keine Ephyra mehr gefangen, sie fehlten seitdem vollständig.

Dafür traten Anfang Mai die ersten kleinen Aurelien von 1—2 cm Durchmesser auf. Mitte Juni erreichten die mit dem Netz gefangenen Aurelien 10 cm Durchmesser, Ende des

Monats fand ich solche von 20 cm Durchmesser; Ende Juli traten Schwärme großer, ausgewachsener Aurelien auf, also zu derselben Zeit, in welcher die ersten Planulae im Plankton sich zeigten. Die kleinen Aurelien von 1—10 cm Durchmesser wurden noch ziemlich regelmäßig erbeutet, so daß etwa jeder 4. Netzzug 1 Individuum enthielt und demnach auf rund 700 Liter ein Tier gerechnet werden konnte. Nachher wurden nur gelegentlich noch Exemplare vom Netz gefangen.

Der Entwicklungsgang von *Aurelia aurita* L. würde sich demnach so gestalten, daß im August die Hauptmasse der Tiere geschlechtsreif ist und ihre Brut als Planulae ins Wasser entläßt. Diese verbringt den Winter als Scyphistoma auf dem Meeresboden, vermehrt sich hier durch Knospung und produziert durch Strobilisierung Ephyren, von denen bereits Ende Januar die 1. Individuen im Auftrieb erscheinen. Da die ersten Planulae Ende Juli auftreten, würde das Scyphistoma-Stadium eine Dauer von rund 5 Monaten besitzen. Die letzten Planulae wurden Anfang November gefangen, die letzten Ephyren Ende April, also 4½ Monat später.

Planulae waren im Durchschnitt 375 Individuen in 100 Liter Wasser und da während der ganzen Schwärmzeit etwa 21 mal eine Erneuerung des Bestandes erfolgt sein muß, wenn die Schwärmzeit der einzelnen Planula auf 5 Tage angesetzt wird¹⁾, so würden $21 \cdot 375 = 7875$ oder rund 8000 Larven auf 100 Liter zu rechnen sein. Ephyren aber erschienen im Frühjahr nur in einer Zahl von durchschnittlich 0,2 Individuen in 100 Litern und die Aurelia waren später noch weit seltener. Es war also an Stelle von 40000 Planulae 1 Ephyra getreten, trotzdem jede Scyphistoma durch ungeschlechtliche Vermehrung die Individuenzahl der Nachkommenschaft erheblich gesteigert hatte.

Die Ephyren blieben etwa 3 Monate im Auftrieb, ehe sie in junge Aurelien sich verwandelten. Weitere 3 Monate vergingen bis zur Geschlechtsreife und Brutablage der Medusen.

3. Die pelagischen Larven der Bodentiere:

a) Die wichtigste Larvengruppe im Plankton bei Laboe war die der Polychaetenlarven. Schon Hensen machte darauf aufmerksam, daß die am zahlreichsten auftretenden Formen derselben, die Spioniden-Larven, ihre Entwicklungsperiode im Oktober beginnen, im Februar ihr Maximum erreichen und im April wieder schwinden, also gerade in der kalten Jahreszeit in größter Menge auftreten. Er bezog diese Larven auf *Polydora*; Leschke hat später nachgewiesen, daß die Arten dieser Gattung wesentlich in der warmen Jahreszeit schwärmen und im Winter die Larven von *Spio* ihre pelagische Entwicklung durchmachen. Nach Leschke (Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel, Bd. 7, pag. 117/118) treten die *Polydora*-Larven zuerst im April auf, werden im Sommer sehr zahlreich und schwinden im November fast ganz, obwohl vereinzelt Exemplare den ganzen Winter hindurch vorkommen. *Spio* dagegen nimmt vom November ab rasch an Zahl zu und erreicht im Februar ihr Maximum, um im April wieder zu schwinden und von *Polydora* verdrängt zu werden. *Spio* laicht daher im Winter, *Polydora* im Sommer, aber die Laichzeit ist sehr ausgedehnt und es laichen nicht alle Tiere einer Art gleichzeitig; vielmehr

¹⁾ Hein (Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. 67, pag. 415) gibt an, daß die Planulae höchstens 6—7 Tage schwärmen.

findet man von *Polydora* laichreife Würmer das ganze Jahr hindurch. Die Dauer des pelagischen Larvenlebens wird von Leschke für beide Gattungen auf ca. 4 Wochen angegeben (pag. 122).

Bei Laboe fand ich große Mengen von Spioniden-Larven in den Monaten von November bis März (220—420 in 100 Litern als Monatsmittel); diese Werte werden also auf *Spio* zu beziehen sein. Im April ging die Zahl auf nur 37 hinunter, um dann auf 200, 250 und im August auf 490 sich zu erheben; dieses zweite Ansteigen ist zweifellos auf die *Polydora*-Larven zurückzuführen. Bemerkenswert ist, daß das Ansteigen der Larvenzahl im Juli durch ein Sinken auf 17 Individuen in 100 Litern unterbrochen wird und sich die Larven hier also ebenso wie die Mehrzahl der echt pelagischen Organismen verhalten. Hensen fing 1884/85 in 100 Litern Meerwasser nachstehende Mengen:

Hensen 1884/85	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
Spioniden-Larven . . .	v.	0,1	0,3	0,3	4	?	89	26	?	0,4	?	?	v.

Die Zahlen sind sehr viel niedriger als die bei Laboe erhaltenen und müssen entschieden ausschließlich auf *Spio* bezogen werden. Das Maximum von 89 Individuen ist fast 9mal niedriger als das von mir beobachtete (760).

Von anderen Polychaeten-Larven kamen nur noch Trochophora-Stadien, die nach Leschke der Hauptsache nach auf *Polynoë* und *Lepidonotus* zu beziehen sein werden, im Auftrieb vor. Sie hielten sich das ganze Jahr hindurch, kulminierten aber sehr deutlich im Frühjahr (April, Mai, Juni, 12—17 Individuen in 100 Litern) und im August (21 Individuen). 1905/06 stieg ihre Zahl nur bis auf 27, 1904/05 wurde aber ein Maximum von 180 Individuen beobachtet (17. VIII. 05). Hensen fand in derselben Wassermenge höchstens 2 Individuen. Das Auftreten dieser Larvenform zeigt nach den von Leschke zusammengestellten Fängen, die Apstein und Brandt 1888—1893 in der Kieler Bucht in etwa monatlichen Abständen ausführten, ein ausgesprochenes Maximum im Frühjahr (März, April oder Mai), während sie während des übrigen Jahres nur ganz vereinzelt gefunden wurde. Hensen konstatierte 1883 im März und April, 1884 im November ein Maximum. Es scheint also, daß meist nur ein Maximum stärker zur Entwicklung kommt und zwar meist das Frühjahrsmaximum.

Im Juli und August wurde in je einem Fange 1 resp. 2 Larven von *Pectinaria belgica* Moeb. gefangen. Leschke beobachtete im September 1901 ein einzelnes Exemplar.

Junge Polychaeten, die schon Parapodien ausgebildet hatten, waren auf die Zeit vom Mai bis September, also auf die warme Jahreszeit beschränkt; im August waren sie sehr zahlreich, auf 100 Liter wurden im Maximum 280 Individuen gezählt. Es befanden sich darunter Larven von *Polynoë*, *Lepidonotus*, *Nereis* und *Eteone*. Am seltensten war *Eteone*, von der nur ein Exemplar im Juli (5. VII. 05) beobachtet wurde. Nach Leschke ist die Laichzeit dieses Wurmes sehr kurz und auch die Schwärmzeit nur 14 Tage lang (pag. 131). Die drei anderen Formen waren im August resp. September nicht selten; ich fand:

Laboe 1905/06	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
1. Polynoë und Lepidonotus .	10	v.	1	v.	—	—	—	—	—	1	1	v.	35
2. Nereis	v.	v.	—	—	—	—	—	—	—	v.	v.	v.	280

Nach Leschke's Untersuchungen würden die Nectochaeta-Larven in No. 1 im Mai auf Polynoë, im August auf Lepidonotus zu beziehen sein. Die Larve von Nereis fand Leschke vom Juli bis Oktober. Nach ihm dauert das pelagische Stadium von Lepidonotus ca. 1½ Monat, wovon 1 Monat auf das Trochophora- und Metatrochophora-Stadium, ½ Monat auf das Nectosoma-Stadium fällt (pag. 130).

Dem Volumen nach, das sie im Plankton ausmachen, stehen die Polychaetenlarven unter allen Larvenformen benthonischer Tiere an erster Stelle. Während selbst die Muscheln nur ein Maximalvolumen von etwas über 3 cmm in 100 Litern erreichen und die übrigen Larven noch weit dahinter zurückbleiben, bringen es die Polychaetenlarven auf fast 12 cmm Volumen. Jedoch nimmt ihre Bedeutung mit der Entfernung von der Küste, wie ein Vergleich mit Hensen's Fängen ergibt, schnell ab.

b) Von Echinodermenlarven traten der Bodenfauna entsprechend nur die Larven von Seesternen (Bipinnarien und Brachiolarien) und Schlangensterne (Pluteus) im Auftrieb auf. Ihr Vorkommen war auf die Monate Juni bis Oktober beschränkt und so spärlich, daß im Maximum nur 2 Individuen auf 100 Liter Wasser kamen. Im Juni 1905 erreichten dagegen die Seesternenlarven die recht beträchtliche Häufigkeit von 256 Exemplaren in der gleichen Wassermasse. Dieses Vorkommen ist in der Tat außerordentlich hoch. Hensen fand 1884/85 nur 8 Brachiolarien als maximales Auftreten, während die Pluteus im September 1884 eine Dichtigkeit von 29 Individuen erreichten. Die Häufigkeit wechselt also von Jahr zu Jahr, wahrscheinlich aber auch von Ort zu Ort in sehr erheblichem Grade; das zeitliche Auftreten war nach Hensen's Untersuchungen damals folgendes:

Hensen 1884/85	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
Brachiolar	0,7	0,3	—	—	—	?	—	—	?	—	?	?	8,0
Pluteus	0,3	29,0	0,6	0,4	—	?	—	—	?	—	?	?	7,6

Für die Brachiolarien dürfte das Maximum wie 1905 im Juni oder im Juli gelegen haben, wo leider nicht gefischt wurde. Sie verschwanden schon im Oktober, während die Pluteus-Larven, deren Hauptmenge erst im September auftrat, noch im November vereinzelt erschienen. Beide Larvenformen würden also zu verschiedener Jahreszeit kulminieren, die Brachiolarien im Anfang, die Pluteus Ende des Sommers.

c) Die Larven von Cirripedien fehlten nur in den Wintermonaten (XII, I, II); am häufigsten waren sie im August und Oktober; ein kleines Maximum kam im Juni zur Ausbildung. Sehr auffällig ist die Armut des Septembers. Im Maximum wurden 105 Larven in

100 Litern gefunden. Die Larven gehörten mit ganz seltenen Ausnahmen zu *Balanus*. Nur im November, April und Mai wurde je einmal der merkwürdige, gepanzerte Nauplius gefunden, den Hansen als *Proteolepas*-Larve beschrieben hat¹⁾ und der schon von Hensen als *Corycaeiden*-larve im Kieler Plankton nachgewiesen wurde. Hensen fand 1884/85 in 100 Litern:

Hensen 1884/85	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
<i>Balanus</i> -Larven	—	0,2	0,05	0,07	0,2	?	0,8	0,07	?	0,2	?	?	0,5

Die Zahlen waren also ganz außerordentlich viel kleiner als die bei Laboe beobachteten Werte und sehr unregelmäßig. Es erklärt sich das leicht daraus, daß Hensen nicht nur weiter draußen in freier See sondern auch an sehr verschiedenen Stellen der Kieler Bucht fischte (Bülck, Stollergrund, Eckernförder Tiefe, Alsen, Langeland) und daher die lokalen Verschiedenheiten zum Ausdruck kamen. *Proteolepas*-Larven wurden von Hensen nur im Mai und Juni 1884 in einigen Exemplaren erbeutet. Um die Jahresperiode solcher Brut von Bodentieren festzustellen, deren Verbreitung räumlich sehr schwankt wie bei *Balanus*, ist die Wahl eines festen Beobachtungspunktes durchaus notwendig.

d) Larven von Decapoden wurden nur im September ganz vereinzelt gefangen. Es waren im wesentlichen *Brachyuren*-Zoëa, die also wohl auf *Carcinus* zu beziehen sind.

e) Larven von Muscheln und Schnecken waren zeitweise recht häufig; beide Formen zeigten in ausgesprochener Weise ein Maximum im Mai oder Juni und ein zweites im September. Dies ist sehr bemerkenswert, da hierin eine große Übereinstimmung zwischen der Entwicklung der Bodenfauna und der Planktonfauna zum Ausdruck kommt. Im Winter waren die Molluskenlarven sehr selten; ein kleines Minimum bildete sich auch im Juli aus. Die größte Häufigkeit betrug für die Muschel-larven 16000, für die Schnecken 200 Individuen in 100 Litern. Im Jahre 1905 war die Zahl etwas höher (17000 und 330). Hensen fand 1884/85 in der gleichen Wassermenge:

Hensen 1884/85	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
Muscheln	270	560	240	120	20	?	2	0,3	?	34	?	?	310
Schnecken	50	140	40	4	3	?	10	0,5	?	16	?	?	53

Der Gang der Entwicklung ist also der gleiche wie 1905/06, die Zahlen aber sind für die Muscheln sehr viel niedriger als bei Laboe, während die der Schnecken kaum differieren. Dort macht sich also wie bei *Balanus* der Einfluß der Küste sehr deutlich geltend.

f) Von *Bryozoen*-Larven wurden neben den glattschaligen Formen regelmäßig Individuen beobachtet, deren blasse Schale mit Fremdkörpern bedeckt war und die offenbar den von Schneider als jüngste Stadien der glattschaligen *Cyphonautes* beschriebenen Individuen entsprechen (*Arch. microsc. Anat.*, Bd. 5, 1869).

¹⁾ H. J. Hansen, *Cladoceren und Cirripeden* in: *Ergebnisse der Plankton-Expedition*, 1899, pag. 49—55 (Larve des Typus y).

Das Auftreten beider Formen gestaltete sich folgendermaßen:

Laboe 1905/06	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
1. Cyphonautes m. glatter Schale	78	160	53	72	6	2	2	0,5	—	—	—	—	—
2. „ m. rauher Schale	113	39	35	25	—	0,5	—	—	—	v.	6	1	—

Es geht also tatsächlich die 2. Form der 1. in der Entwicklung voran, so daß das Auftreten Schneiders Annahme zu bestätigen scheint. Bedenklich ist aber, daß die „Jugendform“ im allgemeinen seltner ist und im Juni ein 2. Maximum bildet. Eine Entscheidung dürfte nur durch Kulturen zu bringen sein. Hensen fing 1884/85 in 100 Liter Wasser nachstehende Mengen von Cyphonautes:

Hensen 1884/85	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
Cyphonautes alle	19	86	92	111	10	?	76	7	?	19	?	?	9

Die Hauptentwicklung machte sich hiernach in diesem Jahre sehr spät, ein 2. Maximum ist wahrscheinlich im Mai schon angedeutet. Sehr auffällig ist die hohe Zahl im Februar, eine Erscheinung die übrigens auch bei den Muschel- und Schneckenlarven sich erkennen läßt. Im Vorjahre 1883/84, in dem allerdings noch nicht mit Müllergaze-Netz gefischt wurde, war ebenfalls der Februar und März reich an Cyphonautes; Muscheln und Schnecken aber waren damals sehr selten.

g) Larven von Ascidien wurden nur im August einmal konstatiert. Hensen fing mit seinem 6 mal größerem Netze in 100 Litern Meerwasser (1884/1885):

Hensen 1884/85	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Ascidienlarven	—	0,3	0,05	—	—	—	—	—	—	—	v.	—	v.

Die Zahlen sind also auch hier sehr gering; das Maximum, das in einem einzelnen Fange beobachtet wurde, waren 2 Individuen in 100 Litern; die Zahlen schwankten aber an ein und demselben Tage beim Fischen von verankertem Schiffe aus außerordentlich; so wurden am 30. September vor Bülck gefangen im Fang 1—4: 0 Larven in 10 cbm Wasser

„ „	6:	47	„	10	„	„
„ „	7:	187	„	10	„	„
„ „	8:	56	„	10	„	„
„ „	9:	47	„	10	„	„

Vergleichen wir zum Schluß die Dichtigkeit der Bevölkerung, welche die verschiedenen Larvenformen nach Hensens und meinen Beobachtungen in der Kieler Bucht erreichen, so ergibt sich folgendes:

Die maximale Bevölkerungsdichte

der Larven von Bodentieren die 1884/85 außerhalb des Hafens und 1905/06 bei Laboe nachgewiesen wurde.

Name der Bodentiere	auf 100 Liter Wasser		auf 1 qum Bodenfläche		auf 1 Individuum kam an Bodenfläche			
	vor Laboe	außerhalb Bülck	vor Laboe	außerhalb Bülck	vor Laboe	qum	außerhalb Bülck	qum
1. Carcinus und Palaemon . . .	1	v.	150	v.	67	qum	?	qum
2. Proteolepas	1	v.	150	v.	67	"	?	"
3. Ophioglypha	1	29	150	4 350	67	"	2	"
4. Ascidien	1	2	150	300	67	"	33	"
5. Polynoiden	27	2	4 100	300	2,4	"	33	"
6. Balanus	105	0,8	15 750	120	0,6	"	83	"
7. Membranipora	199	111	29 850	16 650	0,3	"	0,5	"
8. Schnecken	200	140	30 000	21 000	0,3	"	0,5	"
9. Asteracanthion	256	8	38 400	1 200	0,3	"	8	"
10. Spioniden	760	89	114 000	13 350	0,09 ¹⁾	"	0,7	"
11. Muscheln	17 000	560	2 550 000	84 000	0,004 ¹⁾	"	0,1	"

Am häufigsten waren also bei Laboe wie vor Bülck die Muschellarven, die so zahlreich auftraten, daß bei Laboe auf jeden Quadratmillimeter Bodenfläche 2,5 Individuen gekommen wären, wenn alle Tiere sich zu Boden gesenkt und nebeneinander gelegt hätten. Innerhalb wie außerhalb Bülck waren ferner sehr zahlreich Schnecken- und Membranipora-Larven, und auch die Spioniden-Larven. Bei letzteren ist allerdings der Unterschied zwischen Laboe und der See jenseits Bülck sehr groß, indem dort mehr als 8 mal so viel wie hier beobachtet wurden. Noch gewaltiger aber haben die Balanus- und Asteracanthion-Larven außerhalb des Hafens abgenommen, so daß sie hier zu den selteneren Larvenformen gehören, während sie bei Laboe sehr häufig sind. Überhaupt macht sich, wie zu erwarten war, wenn die angeführten Zahlen nicht die Verschiedenheiten der Jahrgänge, sondern die lokalen Unterschiede der Fangstationen zum Ausdruck bringen, eine allgemeine, sehr starke Abnahme der Larvenzahl bemerkbar, sobald man den Hafen verläßt; so ist Balanus bei Laboe 130 mal, Asteracanthion und Muscheln 30 mal, Trochophora 14 mal, Spioniden 8 mal, Membranipora 1,8 mal, Schnecken 1,5 mal stärker durch Larven vertreten als außerhalb Bülck. Eine Ausnahme machen nur die Ophioglypha-Larven, die draußen viel häufiger waren, und vielleicht auch die Ascidienlarven. An beiden Orten sehr selten sind die Decapodenlarven und die Larve von Proteolepas, die als Fremdling nur hierher verschleppt wird, da das Geschlechtstier nicht vorkommt. Im allgemeinen läßt sich also sehr deutlich die Abhängigkeit von der Verbreitung der Geschlechtstiere erkennen. Am stärksten nehmen diejenigen Formen ab, deren Eltern auf den Küstensaum beschränkt sind (Balanus) oder doch hier in besonders großer Menge sich ansiedeln (Muscheln, Asteracanthion), am wenigstens die Larven, deren Geschlechtstiere den eigentlichen Meeresboden dicht bevölkern (Schnecken, Membranipora). Ophioglypha endlich ist auch als Bodentier draußen häufiger als im eigentlichen Hafengebiet. Die Larven von Carcinus, Palaemon und den Ascidien erheben sich wahrscheinlich nicht weit über den Boden und führen kaum ein eigentlich pelagisches Leben.

¹⁾ Es würden also auf 1 Individuum der Spionidenlarven 9, auf jede Muschellarve sogar nur 0,4 qum Bodenfläche gekommen sein.

b) Das Auftreten des Gesamtplanktons bei Laboe.

Um das Auftreten des Gesamtplanktons im Jahreskreislaufe bei Laboe analysieren und soweit wie möglich auf die Existenzbedingungen zurückführen zu können, ist eine Vergleichung des Vorkommens der verschiedenen Arten und Organismengruppen untereinander nach Volksstärke und dem Volumen sowie eine Beziehung des Vorkommens auf die hydrographischen Verhältnisse des Wohngebietes nötig. Zu diesem Zwecke habe ich mir in der Weise, wie das auf den Tafeln XII—XVI für eine Auswahl der wichtigeren Formen geschehen ist, für alle nicht ganz belanglosen Arten die Jahreskurven ihres Auftretens und die Kurven für Salzgehalt, Temperatur und Belichtung des Wassers aufgezeichnet. Da die Kurven für die verschiedenen Arten durchgehend in ein und demselben Maßstabe gezeichnet sind, können sie unmittelbar miteinander verglichen werden. Nur die Kurven, welche das Volumen des Gesamtplanktons und den Massenanteil der einzelnen Formen an der Zusammensetzung des Auftriebs angeben, mußten naturgemäß in anderem Maßstabe gezeichnet werden. Auch konnte hier die dort verwandte Kugelkurve nicht zur Anwendung kommen, da diese als kubische Kurve keine einfache Addierung verschiedener Kurven zuläßt, wie das bei den Linearkurven der Fall ist.

Zunächst mag eine kurze Bemerkung über die Gestalt der Kurven gestattet sein. Nehmen wir an, daß irgend eine Art sich ganz ungestört in einem Wasserbecken entwickle, das abgesehen von der Belichtung und Wärme des Wassers keinerlei jahreszeitliche Änderungen erlitte und ihr Auftreten in wöchentlichen Zeitintervallen fehlerfrei festgestellt werden könnte, so müßte die Jahreskurve zweifellos die Gestalt einer einfachen Erhebung und Senkung besitzen, deren Steilheit wesentlich von der Vermehrungsschnelligkeit der Art abhinge. Sobald aber Störungen in die Entwicklung eingriffen, würden sich diese als Unterbrechungen des einfachen Anstieges oder Abfalles bemerkbar machen und es würde also die Gestalt der Kurve ein getreues Abbild der Konstanz oder des Wechsels der Existenzbedingungen sein, unter denen die Entwicklung abgelaufen war. Aber es ist hierbei vorausgesetzt, daß die Untersuchungsmethoden fehlerfrei waren, da natürlich auch jeder Wechsel in der Genauigkeit dieser Methoden den Kurvenverlauf stören muß. Nun zeigen die bei Laboe erhaltenen Kurven in ihrer Gestalt die allergrößten Unterschiede. Doch läßt sich, von ganz wenigen Fällen (z. B. bei *Rhodomonas*, nackte Monaden, *Tintinnopsis beroidea*) abgesehen, sofort mühelos der allgemeine Gang der Jahresentwicklung aus ihnen erkennen, indem entweder wie bei den chromatophorenführenden kleinen Gymnodinien nur einmal, oder wie bei *Chaetoceras* und *Skeletonema* zweimal ein mächtiges Anschwellen und Wiederabsinken der Volkszahl eintritt. Jede solche Wucherungsperiode kann wie bei *Heterocapsa* zeitlich beschränkt oder aber wie bei *Ceratium tripos* über einen großen Zeitraum ausgedehnt sein, bald steigt die Kurve sehr steil an, bald außerordentlich langsam. Immer haben wir diese Unterschiede als durch die Existenzbedingungen verursacht zu betrachten und deren Ursachen nachzugehen. Aber hiervon abgesehen zeigen sämtliche Kurven mehr oder weniger starke Störungen im Verlauf des ansteigenden und abfallenden Teiles; bald sind diese Störungen ganz minimale wie bei *Exuviaella*, bald sehr tief einschneidende wie bei *Skeletonema*. Es liegt sehr nahe, dieselben als Ausdruck der Fehler der Untersuchungsmethoden zu betrachten und zum Teil sind sie das auch sicher, da es selbstverständlich unmöglich ist, fehler-

frei zu arbeiten, vor allem dann, wenn Resultate, die mit verschiedenen Apparaten (Netz, Pumpe, Schöpfproben) gewonnen sind, verwertet werden müssen. Dennoch beruhen die Störungen im allgemeinen nicht hierauf, sondern sind der Ausdruck rein lokaler Verhältnisse, die der Station bei Laboe anhaften. Wählen wir nämlich 10 der am besten ausgeprägten Kurven aus den Tafeln XII—XV aus, so finden wir die größte Regelmäßigkeit bei *Anabaena* und *Exuviaella*, wo Ansteigen und Abfall ohne jede Störung erfolgt. Ganz geringfügige wellenförmige Schwankungen zeigen sich bei *Eutreptia* und *Pontosphaera*, sowie bei *Ceratium tripos* und *fusus*. Leicht zackig wird der Verlauf bereits bei den nackten Chrysomonadinen und bei *Prorocentrum micans*, während bei den kleinen, chromatophorenführenden Gymnodinien schon zahlreiche sekundäre Gipfel auftreten und die Kurven von *Chaetoceras* und *Skeletonema* durch viele tiefe Einschnitte und steile sekundäre Erhebungen ausgezeichnet sind. Von diesen Kurven sind die sechs erstgenannten durch die sehr geringen Störungen ihres Verlaufes ausgezeichnet; bei ihnen sind die methodischen Fehler also sicher sehr unbedeutend gewesen. Dennoch sind drei derselben (*Exuviaella*, *Eutreptia*, *Pontosphaera*) lediglich nach der Untersuchung der Schöpfproben, eine nach dem Ertrage der Pumpfänge (*Anabaena*) und zwei nach den aus Netz-, Pump- und Filterfängen gemeinsam gewonnenen Resultaten gezeichnet. Der Methode nach wären aber die meisten Störungen unbedingt bei den nach den Centrifugenfängen gezeichneten Kurven zu erwarten gewesen, da die einzelnen Werte durch Interpolation aus vier Schöpfproben erhalten wurden. Der Methode nach müßten unbedingt für alle häufiger vorkommenden Arten die Schlauchfänge das beste Resultat geben und daher die Kurven für *Prorocentrum micans*, *Chaetoceras* und *Skeletonema* viel einwandfreier seien als die für die nackten Chrysomonadinen, *Pontosphaeren*, *Eutreptien* und *Exuviaella*. In irgend welchen Schwierigkeiten bei der Erkennung und Zählung der Formen können die Unterschiede auch nicht begründet sein, da die Diatomeen in getrocknetem Zustande gezählt wurden und die anderen Organismen sämtlich leicht erkennbar waren. Es bleibt also keine andere Folgerung übrig, als daß die Unterschiede in der Verteilung der betreffenden Arten im Wasser zu suchen sind und für *Anabaena*, *Exuviaella* usw. eine weit größere Gleichmäßigkeit der Verteilung anzunehmen ist als für *Chaetoceras* und *Skeletonema*. Es wurde weiter oben (pag. 226) hervorgehoben, daß am Ausgange des Kieler Hafens an unserer Station jede Strömung sich nur bemerkbar machen kann als Ein- oder Ausstrom; nun ist aber Richtung und Stärke dieser Bewegung eine völlig vom Winde abhängige und daher sehr wechselnde. Man hat also bei Laboe keineswegs stets dieselbe Wassermasse vor sich, sondern zum Teil Wasser aus dem Binnenhafen, zum Teil aus der offenen Kieler Bucht und je nach der Dauer und Stärke der Winde von entfernteren oder näheren Punkten der Umgebung. Solche Arten nun, die in dem Ursprungsgebiet der bei Laboe zur Zeit ihres Auftretens hin und her bewegten Wassermassen keine Unterschiede im Vorkommen zeigen, werden auch in ihren Kurven keine Unregelmäßigkeiten aufweisen, alle anderen Arten aber müssen je nach der Verschiedenheit ihres Vorkommens in nächster Nähe und in größerer Ferne von Laboe auch entsprechende Schwankungen im Verlauf der Jahreskurve besitzen. Da diese letzteren demnach durchaus in den örtlichen Verhältnissen begründet sind und keine größere Bedeutung haben, wollen wir sie

als Lokalschwankungen von den jahreszeitlichen Schwankungen, die auf allgemeineren Bedingungen beruhen, unterscheiden.

Störungen der Kurven durch Fehler der Methode sind am meisten da zu erwarten, wo das Material zu den Kurven sich aus minderwertigen und vollwertigen Zahlen zusammensetzt. Dies ist bei denjenigen Organismen, für deren quantitative Feststellung die Untersuchung der Schöpfproben nicht ausreicht, bei den vorliegenden Untersuchungen zeitweise der Fall, da von den 52 Fahrtausbeuten zwar 36 vollständig untersucht, bei 16 aber nur die Schöpfproben analysiert wurden. Auf den Tafeln sind die Tage, an denen die ersteren gemacht wurden, durch einen schwarzen Kreis über dem Datum, in der Tabelle B durch Fettdruck des Datums kenntlich gemacht. Ein Wechsel beider Verarbeitungsgrade findet nur in der Zeit von Dezember bis Februar und vom 13. Juni bis 17. August statt. Vergleicht man nun die Kurven, welche in diese weniger gut untersuchten Jahreszeiten fallen und für die diese verschiedene Behandlung der Ausbeute von Bedeutung für den Wert der Zahlen ist, wie z. B. die von *Ceratium tripos*, *fusus*, *Synchaeten*, *Spioniden-Larven*, *Copepoden* mit solchen Kurven, die in den vollständig und vollwertig untersuchten Perioden liegen, wie die von *Chaetoceras* und *Skeletonema*, so zeigen sich die Störungen des Verlaufes dennoch bei den letzteren erheblicher als bei den ersteren und das ist ein weiterer sicherer Beweis dafür, daß die methodischen Fehler für die Gestalt der hier gegebenen Kurven im allgemeinen ganz bedeutungslos sind. Dazu kommt, daß außerdem die Verarbeitung der Ausbeute natürlich so geregelt wurde, daß die durch die meisten Wucherungsperioden ausgezeichneten Jahresabschnitte auch am genauesten untersucht wurden und nur im Winter und Frühsommer, wenn der Wechsel und die Menge des Auftriebs am geringsten ist, eine Auswahl getroffen wurde, weil die Verarbeitung sonst zu viel Zeit erfordert hätte.

Wir werden also bei der Beurteilung der Kurven im allgemeinen nur Lokalschwankungen und jahreszeitliche oder Temporalschwankungen zu unterscheiden haben, wobei nur den letzteren eine wirkliche Bedeutung zukommt.

I. Die Jahresentwicklung der Pflanzen (Tafel XII—XIV, Tafel XVI, Fig. 1—6).

Während der Gang der Jahresentwicklung am klarsten in dem Wechsel der Volksstärke der einzelnen Arten und Gruppen zum Ausdruck kommt, tritt die Bedeutung der verschiedenen Formen für die pflanzliche Produktion erst hervor, wenn die Masse in Betracht gezogen wird, mit der dieselben an der Zusammensetzung des Auftriebs sich beteiligen. Der Übersichtlichkeit halber sollen daher die Bewegungen der Bevölkerungsdichte und der Massenentwicklung gesondert behandelt werden.

1. Die jährliche Bewegung der Bevölkerungsdichte:

Ein Vergleich der verschiedenen Kurven auf den Tafeln XII, XIII und XV zeigt, daß sich leicht ganz bestimmte Typen unterscheiden lassen, die zwar durch Übergänge verbunden sind, aber doch eine Übersicht außerordentlich erleichtern und zugleich auf die Deutung der Kurvenformen hinführen. Nur ganz wenige Formen, vor allem *Rhodomonas pelagica* (Taf. XIV) und *Amphidinium rotundatum* (Taf. XIII) kommen das ganze Jahr hindurch in annähernd

gleicher Zahl vor; alle anderen Arten dagegen sind zu bestimmten Zeiten sehr selten, zu anderen Zeiten sehr häufig. Diese letzteren Perioden wollen wir mit Hensen (Über die Fruchtbarkeit des Wassers in: Hensen und Apstein, Die Nordsee-Expedition, Wissensch. Meeresunt., Neue Folg., Abt. Kiel, Bd. II, Heft 2, pag. 82) als „Hoch-Zeit“ bezeichnen und von der „Tief-Zeit“ unterscheiden; während ersterer erreicht die Volksstärke ihr Maximum, während der letzteren ihr Minimum. Eine große Zahl der Planktonpflanzen entwickelt nur eine Hoch-Zeit, so *Pontosphaera huxleyi* (Taf. XIV), *Prorocentrum micans* (Tafel XIII) und andere; noch größer aber ist die Zahl der Arten, die zwei Hoch-Zeiten besitzen (*Chaetoceras* und *Skeletonema*, Taf. XII). Dies ist eine sehr auffällige Erscheinung, die auf erhebliche Störungen in der Entwicklung der Arten hinweist, wodurch ihnen die Ausbildung einer einheitlichen Vegetationsperiode unmöglich gemacht wird.

a) Wo nur eine Hoch-Zeit entwickelt wird, erreicht dieselbe fast immer im August oder im Herbst ihr Maximum; eine Ausnahme machen nur drei Arten, von denen eine

Arten mit nur 1 Hoch-Zeit im Herbst.

	VIII ¹ (3 Arten)	VIII ² (8 Arten)	IX (4 Arten)	X (2 Arten)	XI (2 Arten)
1. Diatomeen	<i>Coscinodiscus grani</i>	<i>Rhizosolenia alata</i>	<i>Rhizosolenia fragillima</i>	<i>Ditylium brightwelli</i>	<i>Cerataulina bergoni</i>
2. Peridineen	<i>Glenodinium trochoideum</i> <i>Peridinium pentagonum</i>	<i>Prorocentrum micans</i> <i>Ceratium fusus</i> „ <i>longipes</i> „ <i>tripos balticum</i> <i>Dinophysis acuta</i> <i>Peridinium</i> sp. ?	<i>Pyrocystis lunula</i> <i>Dinophysis rotundata</i> <i>Peridinium depressum</i>	<i>Peridinium decipiens</i>	<i>Ceratium furca</i>
3. Coccolithophorid.		<i>Pontosphaera huxleyi</i>			

(*Melosira borreri*, Taf. XII) im Januar kulminiert, während die beiden anderen (*Anabaena*, Taf. XII und kleine *Gymnodinium*-Arten mit Chromatophoren, Taf. XIII) im Juli ihre größte Entwicklung durchmachen. *Anabaena baltica* ist eine baltische Alge¹⁾, die zwar in der ganzen Ostsee vom Finnischen Meerbusen bis zum Kattegat hin vorkommt, aber doch ihre Hauptentwicklung in dem schwachsalzigen östlichen Becken erreicht und z. B. auf den Terminfahrten 1905 (Driever, in diesem Bande, pag. 109—127) westlich von Bornholm überhaupt nicht beobachtet wurde. Ihre Hoch-Zeit bei Laboe trifft denn auch mit der Periode schwachsalzigen Wassers zusammen, ist aber zugleich auf die Zeit des hocharwärmten Wassers beschränkt. Zeitlich mit ihr zusammen fällt die Hoch-Zeit der mit Chromatophoren ausgerüsteten *Gymnodinium*-Arten, die daher ebenfalls als Formen anzusehen sein werden, die im schwachsalzigen Wasser ihr Verbreitungszentrum besitzen.

¹⁾ Die Angaben über die geographische Verbreitung der Arten sind im wesentlichen folgenden Arbeiten entnommen: Catalogue des espèces de plantes et d'animaux observées dans le plankton (Conseil permanent international pour l'explorat. de la mer, Publications de circonstance, Nr. 33, 1906); H. Fraude, Grund- und Plankton-Algen der Ostsee, X. Jahresb. Geograph. Gesellsch. Greifswald, 1906, pag. 1—125; Brandt und Apstein, Nordisches Plankton 1901 und folgende Jahre; E. Lemmermann, Das Phytoplankton des Meeres, Abhandlg. Naturw. Verein in Bremen, Bd. XVI, pag. 356—396, Bd. XVII, pag. 341—418.

Was *Melosira borreri* (Taf. XII) an die kalte Jahreszeit bindet, ist mir nicht bekannt, da sie auch im Mittelmeer vorkommt; bemerkenswerter Weise blieb sie bei Laboe in geringer Anzahl das ganze Jahr hindurch erhalten, nur während der größten Erwärmung des Wassers vom 13. Juni bis zum 17. August 1906 wurde sie gar nicht gefunden. Sie weicht hier also ganz offenbar der hohen Wärme aus. In ganz ähnlicher Weise begünstigt die kalte Jahreszeit die Entwicklung von *Rhodomonas pelagica* (Taf. XIV) und *Tintinnopsis beroidea* (Taf. XV), wahrscheinlich auch die von *Amphidinium rotundatum* (Taf. XIII).

Die Arten, deren Hoch-Zeit im Herbst liegt, beginnen zum Teil ihre Wucherung schon in der zweiten Hälfte der schwachsalzigen Periode, erreichen das Maximum ihrer Volkszahl aber stets erst nach deren völligem Ablauf. Während dieser ganzen Zeit dringt in mehrfachen Vorstößen starksalziges Bodenwasser in das Ostseebecken vor und verdrängt das schwachsalzige Wasser mehr und mehr. Diese Vorstöße erreichten in der zweiten Hälfte des August (1905) ihre größte Stärke und zugleich stieg die Zahl der kulminierenden Arten auf das Höchste (8 Arten, gegen 3 resp. 4 vorher und nachher). Allen diesen Arten ist gemeinsam, daß sie im Nordatlantischen Ozean oder doch wenigstens in der Nordsee vorkommen und mit wenigen Ausnahmen sogar dort in dem starksalzigen Wasser ihr Verbreitungszentrum haben. Viele derselben dringen daher nur bis zu einer bestimmten Grenze nach Osten in die Ostsee vor; einige wurden überhaupt bei diesen Untersuchungen zum ersten Male in der Ostsee nachgewiesen, so *Coscinodiscus grani*, *Peridinium decipiens*, *Glenodinium trochoideum* und *Pontosphaera huxleyi* (Tafel XII); andere waren bisher noch nicht in der Kieler Bucht beobachtet, wie *Pyrocystis lunula*, *Peridinium pentagonum* und *Rhizosolenia fragillima*; *Ditylium brightwelli* (Taf. XII) und *Cerataulina bergoni* dringen noch bis Neustadt (Stat. D. 4 der Terminfahrten), *Rhizosolenia alata* (Taf. XII) bis zur Kadettrinne nach Osten vor (Stat. D. 5). Andere Arten gehen bis über Bornholm (*Ceratium longipes*, Taf. XIII), bis Danzig und Memel (*Dinophysis acuta* und *Ceratium furca*; *Prorocentrum micans*, *Ceratium tripos* und *fuscus*, Taf. XIII) oder bis in den finnischen Meerbusen (*Dinophysis rotundata*), aber ihre Häufigkeit nimmt nach Osten hin rapide ab. Sehr auffällig ist, daß von 19 zu dieser Gruppe gehörenden Arten nur 4 Diatomeen, dagegen 14 Peridineen sind; während ferner von den Diatomeen nur *Rhizosolenia alata* größere Bedeutung gewinnt, befinden sich unter den Peridineen so ausschlaggebende und häufige Arten wie *Ceratium tripos* und *fuscus* und *Prorocentrum micans*. Es ist ferner sehr bemerkenswert, daß *Ceratium tripos* in der *varietas baltica* eine Form ausgebildet hat, die wie Hensen 1887 und 1890 nachgewiesen hat, ihr Verbreitungszentrum in der westlichen Ostsee selbst hat.

b) Den Arten mit nur einer Hoch-Zeit steht nun aber die große Zahl der Formen gegenüber, die mehr oder weniger ausgesprochen zwei Hoch-Zeiten ausbilden. Da die zahlreichen Chaetoceras-Arten (14 Arten wurden unterschieden) nicht mit hinreichender Sicherheit getrennt werden konnten, kann ich die Anzahl der hierher gehörenden Arten nicht genau angeben; ohne Chaetoceras sind es jedoch 49 und sicher kommen noch 6, vielleicht aber 10 oder gar 14 Chaetoceras-Arten hinzu. Es überwiegen hier die Diatomeen (mit mindestens 23 Arten) über die Peridineen (19 Arten). Der typische Verlauf der Jahres-

entwicklung ist hier so, daß die Arten eine Tief-Zeit im Winter und eine zweite Tief-Zeit während der Monate Juni und Juli durchmachen. Die eine Hoch-Zeit fällt daher mit der Herbstkulmination der vorher besprochenen Formen zusammen und die Verschiedenheit diesen gegenüber liegt vor allem darin, daß die Tief-Zeit bei den letzteren nicht nur den Winter, sondern auch noch das Frühjahr und den größten Teil des Sommers umfaßt. Sie beginnen erst zu wuchern, wenn die Periode des schwachsalzigen Wassers im Schwinden begriffen ist, während jene gleich im Frühjahr mit einer Wucherung einsetzen. Es liegt daher sehr nahe anzunehmen, daß das Sinken des Salzgehaltes im Sommer diese frühe Wucherung gewaltsam unterbricht und hier Verhältnisse vorliegen, die ganz typisch für die westliche Ostsee sind, weil sie auf dem starken Vordringen des schwachsalzigen Oberstromes beruhen. Ausgezeichnet sind die beiden Hoch-Zeiten bei *Chaetoceras* und *Skeletonema* (Tafel XII) entwickelt und vor allem tritt bei *Chaetoceras* die Beziehung zur Winterperiode und der Periode schwachsalzigen Wassers auf das Deutlichste hervor; der Abfall vom Frühjahrsmaximum folgt geradezu der Zu- oder Abnahme der Mächtigkeit des schwachsalzigen Wassers. *Skeletonema* setzt im Frühjahr gleichzeitig mit *Chaetoceras* mit seiner Wucherung ein, erreicht aber das Maximum erst zwei Monate später, so daß seine Hauptentwicklung noch den ganzen ersten, noch wenig erwärmten Abschnitt der schwachsalzigen Periode erfüllt; aber vom 13. Juni ab findet ein rapider Abfall statt, der sich der Isotherme von 16° eng anschließt. Es würde *Skeletonema* danach weniger durch den Salzgehalt als durch die starke Erwärmung des schwachsalzigen Wassers in seiner Entwicklung beeinträchtigt werden. Bei den übrigen Arten ist die Beziehung der Jahreskurve zu den hydrographischen Verhältnissen meist weniger deutlich, schon deshalb, weil die Wucherungen einen viel geringeren Umfang annehmen. *Rhizosolenia setigera* und *Thalassiothrix nitschioides* zeigen aber trotz des niedrigen und einförmigen Verlaufs der Kurven den Einfluß von Winter und Oberstrom recht deutlich und auch bei den meisten anderen Formen läßt er ohne Mühe sich herausfinden. Doch setzt die Frühjahrswucherung bei den einen Arten früher (nackte Chrysomonadinen, Taf. XIV), bei anderen später ein (*Exuviaella*, Taf. XIII und *Heterocapsa*, Taf. XIV); manche Arten schwinden im Winter fast ganz (*Rhizosolenia setigera*), einige dagegen nehmen nur ab (*Thalassiothrix nitschioides*).

Stärkere Abweichungen finden sich bei *Heterocapsa* (Taf. XIV) und *Eutreptia* (ebendort). In beiden Fällen dürfte es sich aber kaum um eine zweimalige Hoch-Zeit ein und derselben Bevölkerung handeln. Für die Peridinee habe ich weiter oben (pag. 280) wahrscheinlich zu machen versucht, daß die erste Wucherung, die mit dem niedrigsten Salzgehalt ihren Höhepunkt erreicht, von den *Heterocapsen* des Föhrdewassers, die zweite Wucherung im August von *Heterocapsen* die mit dem salzreichen Unterstrom hereingetrieben werden, bedingt wird¹⁾. Bei *Eutreptia* handelt es sich vermutlich (pag. 257) um zwei verschiedene Arten, deren eine im März ihr Maximum erreicht und also in schwersalzigem Wasser sehr niedriger Temperatur gedeiht, während die andere umgekehrt in dem stark erwärmten schwachsalzigen Wasser des Juli kulminiert.

¹⁾ Man vergleiche auch das über *Dinophysis* auf Seite 283 Gesagte.

Sehen wir also von diesem letzteren Falle ab, so kämen als Ursachen der sommerlichen Tief-Zeit, welche alle Formen mit doppelter Hoch-Zeit auszeichnet, in Frage: 1. das Sinken des Salzgehaltes, wie es das Vordringen des baltischen Stromes mit sich bringt, 2. die hohe Erwärmung des Wassers im Sommer und 3. die Zeitdifferenz in der Kulmination einzelner Arten innerhalb der Föhrde und außerhalb derselben.

c) Endlich bleibt noch eine äußerst kleine Gruppe von Pflanzen, deren Jahreskurve überhaupt keine ausgesprochene Hoch-Zeit erkennen läßt. Hierher gehört *Thalassiosira nana* (Taf. XII), obwohl ein Sinken der Volkszahl im Winter noch deutlich und ganz schwach auch eine Abnahme im Juni und Juli zum Ausdruck kommt. Sehr unregelmäßig ist die Jahreskurve von *Rhodomonas* (Taf. XIV); immerhin ist eine Zunahme der Volkszahl im Winter nicht zu verkennen, wenn man von dem ganz isoliert auftretenden Maximum am 7. September absieht. *Botryococcus brauni*, dessen traubige Kolonien vom Kleinen Belt bis zum Finnischen Meerbusen überall gefunden werden, ist während der Periode des schwachsalzigen Wassers merklich häufiger als im Winter und im Herbst.

Aus dem Gang der Jahresentwicklung der einzelnen Formen ergibt sich nun für die Gesamtheit des pflanzlichen Planktons, daß der Winter, in den so gut wie gar keine Kulmination fällt, sehr individuenarm ist, während der Herbst und das Frühjahr die größten Volksmassen aufweisen. Eine zweite individuenarme Zeit wird die Periode des salzarmen Wassers umfassen.

Der Volkstärke nach dominierende Arten. Zahl in 1 ccm Wasser (v = weniger als 1 Individ.).

1905—1906	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	S. d. Mittel.
1. <i>Skeletonema costatum</i>	v.	550	350	2	v.	v.	v.	6	160	1900	2460	31	110	5600
2. <i>Chaetoceras</i>	27	830	81	2	v.	v.	v.	23	590	180	2	v.	4	1731
3. kl. <i>Gymnodin. m. Chrom.</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	144	302	125	571
4. <i>Rhodomonas pelagica</i>	1	69	17	49	16	60	51	41	41	21	12	3	7	377
5. <i>Eutreptia</i>	1	v.	1	v.	v.	1	5	58	33	v.	3	140	29	270
6. Nackte <i>Chrysomonadin.</i>	12	20	4	1	1	2	4	21	21	1	1	4	1	93
7. <i>Pontosphaera huxleyi</i>	58	29	1	v.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	89

Im Winter beherrscht *Rhodomonas pelagica* ihrer Individuenzahl nach vollständig die Planktonvegetation. Während keine der anderen Pflanzen über einige wenige Zellen im Cubikcentimeter Wasser hinauskommt (Maximalzahlen 4 und 5!), finden sich von *Rhodomonas* im Durchschnitt der drei Wintermonate über 40 Individuen in jedem Cubikcentimeter Wasser. Das Übergewicht ist also stärker als das, welches *Skeletonema* und *Chaetoceras* im Frühjahr und Herbst über die anderen Pflanzen erreichen, wenn man von der *Skeletonema*-Wucherung im Mai absieht, die zu einem 100fachen Übergewicht dieser Diatomee führt. Alle anderen Pflanzen, auch die im Winter kulminierende *Melosira borreri* und die farblosen kleinen *Gymnodinien*, *Amphidinium rotundatum*, *Thalassiothrix nitschioides* und andere Formen, deren Zahl im Winter nur wenig abnimmt, kommen zu keiner nennenswerten Individuenzahl. Die letztere sinkt daher im Winter für die Gesamtheit aller Pflanzen von 920 im übrigen Jahr auf nur 60

im Winter, sie ist also im Durchschnitt 15mal niedriger. Hand in Hand damit geht naturgemäß eine Reduktion der Artenzahl, die aber wegen der Nichtunterscheidung der Chaetoceras-Arten sich hier nicht genau feststellen läßt. Doch wurden im Winter durchschnittlich nur 50 Formen, im übrigen Jahr dagegen 65 Arten unterschieden.

Im Herbst und Frühjahr erreicht die Individuenzahl der Pflanzen und zugleich der Artenreichtum die maximale Entwicklung. Erstere wird ganz durch *Skeletonema* und *Chaetoceras* beherrscht, die alle Pflanzen der Kieler Bucht an maximaler und durchschnittlicher Volksstärke bei weitem übertreffen. Im Beobachtungsjahre war *Skeletonema* noch 4—5mal häufiger als die Summe aller *Chaetoceras*-Arten. Im Maximum kamen von ihr 7800 Zellen auf 1 ccm, also 8 auf jeden Cubikmillimeter, während die *Chaetoceras*-Arten nur auf 1500 resp. 1,5 Zellen sich erhoben. Neben diesen beiden Diatomeen gewinnen aber noch *Rhodomonas pelagica*, *Eutreptia*, nackte Chrysomonaden und Coccolithophoriden eine erhebliche Volksstärke (über 20 Zellen im Cubikcentimeter).

Der Sommer, der zwischen den beiden Wucherungsperioden der Diatomeen liegt, ist ausgezeichnet durch das Dominieren der kleinen Gymnodinien mit Chromatophoren und der zweiten *Eutreptia*-Art; in der zweiten Hälfte des August, wo die *Chaetoceras*-Entwicklung eben einsetzt, sind diese beiden für das schwachsalzige Wasser charakteristischen Formen, wieder ganz zurückgetreten und durch die Coccolithophoriden ersetzt. Die kleinen Gymnodinium-Arten mit Chromatophoren sind trotz der zeitlichen Beschränktheit ihres Auftretens nächst *Chaetoceras* und *Skeletonema* die volkreichste Organismengruppe (Maximum der Monatsmittel 302, Maximum der Fangtage 650 Individuen in 1 ccm).

Nach den dominierenden Arten würde der Winter als die Periode von *Rhodomonas*, Frühjahr und Herbst als die der *Chaetoceras* und *Skeletonema*, der Sommer als die Zeit der Gymnodinien und Coccolithophoriden bezeichnet werden können. Die Tabelle auf Seite 328 gibt die Volksstärke der 7 häufigsten Pflanzenformen wieder.

Die Individuenzahl als Ausdruck der Volksstärke hat für die Beurteilung der Bedeutung einer Organismenart einen sehr hohen Wert, indem sowohl die Fähigkeit Individuenverluste wieder auszugleichen wie günstige Existenzbedingungen auszunutzen und schädliche zu überstehen sehr schnell mit der Volksmenge wächst. Für die Planktonpflanzen aber ist dieses Vermögen, da sie fortwährend dem Fraß der Tiere ausgesetzt sind, von der allergrößten Bedeutung. Allerdings geben die beobachteten Individuenzahlen immer nur die Volksstärke an, wie sie trotz des Fraßes der Tiere sich gestaltet und da dieser Verlust voraussichtlich die einen Arten stärker als andere treffen wird, entspricht das durch jene angegebene Verhältnis der Arten nicht ganz der wirklichen Widerstandskraft derselben. Es dürfte aber im wesentlichen wohl nur für die mit sperrigen Kieselpanzern versehenen Pflanzen, wie vor allem die *Chaetoceras*-Arten, der Fraß bedeutend herabgesetzt sein, während alle kleinen, gedrungenen Formen, mögen sie bepanzert oder nackt sein, in annähernd gleicher Weise dem Fraß der Tiere ausgesetzt sein dürften. Dann würde also nach der Volksstärke die Bedeutung von *Chaetoceras* den anderen dominierenden Arten gegenüber stark überschätzt.

2. Die jährliche Bewegung der Pflanzenmasse.

Einen zweiten Maßstab zur Beurteilung der biologischen Bedeutung der Arten einer Lebensgemeinschaft gibt die Masse ab, welche durch dieselben gebildet wird. Wie das Gewicht der Trockensubstanz, das von Hensen und Brandt benutzt worden ist, kann auch das hier angewandte Rechenvolumen, das die Masse der lebenden Substanz (ohne Skelette, Gallert- und andere rein mechanischen Schwebapparate etc.) wiederzugeben sucht, nur angenäherte Werte liefern. Überdies sagt es zunächst über die chemische Zusammensetzung der Massen nichts aus; doch wäre auf Grund von Brandt's chemischen Analysen in der Art, wie das bereits von Pütter¹⁾ geschehen ist, eine Ableitung derselben sehr wohl möglich. Es gibt dafür aber die Möglichkeit, das Massenverhältnis aller einzelnen Komponenten des Planktons und damit den Anteil, den jede Form an der Gesamtmasse des im Meere gefundenen vegetativen oder tierischen Planktons nimmt, in weitgehendstem Grade festzustellen. Es wird gleichsam das Kapital zu bestimmen gesucht, mit dem die einzelnen Formen arbeiten. Die chemische Zusammensetzung soll hier gänzlich außer Acht gelassen und nur auf das Massenverhältnis selbst eingegangen werden.

Nur wenige Pflanzen des Kieler Planktons (4 Arten) bleiben in ihrem Zellvolumen unter 100 $c\mu$ zurück, wenige überschreiten darin 100 000 $c\mu$ (8 Arten). Die etwa 77 Millionen Pflanzen, die durchschnittlich in 100 Litern gefangen wurden, verteilen sich auf die Größenstufen in folgender Weise²⁾:

1. Zelle unter 100 $c\mu$ Volumen	47 000 000 Individuen	= 5%	Dominierende Arten: (hierher: Pontosphaera, nackte Chrysomonadinen, Skeletonema, Rhodomonas, Chaetoceras, Exuviaella, Gymnodinium kl., Eutreptia, <i>Thalassiothrix nit.</i>) Heterocapsa, <i>Thalassiosira baltica</i> , <i>Glenodinium bipes</i> , <i>Rhizosolenia setigera</i>) Prorocentrum, <i>Cerat. fusus</i> , <i>Dinophysis acuta</i>) <i>Cerat. tripos baltic.</i> , typ.)
2. „ 100—1 000 $c\mu$ Volumen	930 000 000	= 93%	
3. „ 1 000—10 000 $c\mu$ Volumen	15 000 000	= 1,5%	
4. „ 10 000—100 000 $c\mu$ Volumen	5 600 000	= 0,5%	
5. „ 100 000—1 000 000 $c\mu$ Volumen	1 500 000	= 0,1%	

Die zweite niedrigste Stufe dominiert also in einem ungeheuren Grade und ihr gehören alle durch ihre Individuenzahl ausgezeichneten Arten an. Berechnet man nun aber das von jeder Art vertretene Volumen (vergleiche die Tabelle Seite 331), so wird die Rangfolge wesentlich geändert. *Skeletonema* behält zwar den ersten Platz, *Chaetoceras* aber wird durch *Ceratium*

¹⁾ Zeitschrift für allgemeine Physiologie, Bd. 7, Heft 2 und 3, 1907.

²⁾ Für die Protozoen und Metazoen war der Anteil der einzelnen Größenstufen folgender:

Größenstufen	Protozoen	Metazoen	Einige Vertreter der Stufen
1. 1—100 $c\mu$	3 000 000 Ind. (2 Form.)	—	<i>Calycomon. gracil.</i>
2. 100—1 000 $c\mu$	11 300 000 „ (4 „)	—	Nackte Monadinen.
3. 1 000—10 000 $c\mu$	2 200 000 „ (6 „)	—	<i>Ebria</i> , <i>Tintinnopsis beroid.</i> , <i>Tint. steenstr.</i>
4. 10 000—100 000 $c\mu$	1 600 000 „ (13 „)	—	<i>Laboea conica</i> , <i>Tint. acum.</i> , <i>subulat.</i>
5. 100 000—1 000 000 $c\mu$	3 000 „ (2 „)	92 000 Ind. ¹⁾ (8 Form.)	<i>Tintinnopsis helix</i> , Didin., Eier v. Copepod.
6. 1 000 000—10 000 000 $c\mu$	—	82 000 „ (15 „)	Naupl. und erw. Copepoden von Oithona.
7. 10 000 000—100 000 000 $c\mu$	—	10 000 „ (13 „)	Podon, Evadne, erw. Copepd. v. Centropages.
8. 100 000 000—1 000 000 000 $c\mu$	—	40 „ (3 „)	Sagitten.

¹⁾ Ohne die Eier von Synchaeten und Copepoden würden nur 46 000 Individuen hierher gehören, so daß dann überall die niedrigste Stufe seltener wäre als die 2.

Monatsmittel des Volumens der der Masse nach dominierenden Arten in 100 Liter (in cmm).

1905—1906	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Maximum des Vol.
1. Sceletonema	—	8	5	—	—	—	—	—	2	28	36	1	2	117
2. <i>Ceratium trip. balt.</i>	46	21	21	20	6	3	1	—	—	—	2	11	27	68
3. Chaetoceras	1	33	3	—	—	—	—	1	24	7	—	—	—	61
4. Prorocentrum	31	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	51
5. Gymnodinium kl. Chr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	21	9	46
6. Heterocapsa	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	4	—	25
7. <i>Thalassiosira baltica</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	15
8. <i>Glenodinium bipes</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	14
9. Eutreptia	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	10	2	13
10. <i>Ceratium fusus</i>	8	7	5	2	2	1	—	—	—	—	—	—	1	11
11. <i>Rhizosolenia setigera</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	8
12. <i>Thalassiothrix nitzsch.</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	—	—	6
13. <i>Dinophysis acuta</i>	3	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	6

Herrschende Formen	{ Perid. (Cerat.)	{ Diat. (Chaet.)	{ Peridineen (Cerat.)	{ Nackt. Flglt. (Eutrpt.)	{ Diatomeen (Chaet.) (Sceleton.)	{ Peridineen (Gymnodin.) (Ceratium)
--------------------	-------------------	------------------	-----------------------	---------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

tripos balticum verdrängt und an dritte Stelle gerückt. Rhodomonas, nackte Chrysomonadinen und Pontosphaera scheiden aus der Reihe der nach der Masse dominierenden Arten ganz aus, dafür treten Prorocentrum, Heterocapsa, *Thalassiosira baltica* und andere Formen ein. Die kleinen Gymnodinien und Eutreptia behalten dagegen auch jetzt annähernd ihre Stellung bei. In der Jahresentwicklung erhalten nun die Peridineen eine überwiegende Bedeutung, so daß sie rund 60% der Masse ausmachen, während auf die Diatomeen nur 34% und auf die übrigen Pflanzen nur 7% entfallen.

Ein recht klares Bild über die Massenzusammensetzung des vegetativen Planktons geben die Kurven 4, 5 und 6 auf Tafel XVI, durch die zugleich noch schärfer als durch die Häufigkeitskurven die Abhängigkeit der einzelnen Formen von den jahreszeitlichen und hydrographischen Verhältnissen hervorgehoben wird. Die Ausschläge der Kurven sind hier viel weiter als dort, weil die Volumina nur in Linearkurven gezeichnet werden konnten und durch das Übereinanderzeichnen der verschiedenen Arten sich die Abweichungen naturgemäß häufen; in Kugelkurven würde der Verlauf weit gleichmäßiger erscheinen. Im wesentlichen wird die Massenentwicklung des vegetativen Auftriebs, wie die Kurven zeigen, durch die Diatomeen: Sceletonema und Chaetoceras und die Peridineen Ceratium und Gymnodinium bestimmt. Jene schwinden im Winter und während der heißen salzschwachen Periode des Sommers fast vollständig; diese sind von Januar bis Mai auf ein Minimum der Masse reduziert, beginnen aber im Juni zuzunehmen und erreichen im August ihre größte Massenentwicklung, um ganz allmählich bis in den Dezember hinein wieder abzunehmen. Während der stark erwärmten schwachsalzigen Periode wird die Massenzunahme wesentlich durch Gymnodinium bedingt. In diese Zeit fällt auch die einzige größere Massenentwicklung anderer Pflanzen: der Eutreptien, Guinardia, Thalassiothrix, Thalassiosira, Rhizosolenia, Prorocentrum, Heterocapsa, Dinophysis, Glenodinium

und auch Rhodomonas nahmen an der Bildung der Masse bemerkenswerten Anteil, sind aber nicht wie jene vier Formen von ausschlaggebender Bedeutung.

Durch das Verhalten dieser wird nun die Jahresentwicklung des gesamten pflanzlichen Planktons bei Kiel ein sehr charakteristisches, indem sich scharf eine pflanzenarme Winterzeit von der pflanzenreichen übrigen Jahreszeit trennt. Am geringsten ist die Pflanzenmasse im Januar und Februar (3,5—5,5 cmm im Monatsmittel), im März und Dezember beträgt sie 9—10 und erreicht im August eine Höhe von über 100 cmm. Für den Winter (XII—II) würde das Monatsmittel 6,0, für die Übergangsmonate XI und III 18 und für das übrige Jahr 60,5 cmm betragen; im Winter wäre die Masse also um das 10fache herabgesetzt. Zugleich ist die Winterzeit durch das fast vollständige Fehlen der Hoch-Zeiten charakterisiert; Melosira und Rhodomonas sind die einzigen Pflanzen, deren Volkszahl im Winter eine merkliche Zunahme erfährt. Der Winter ist also als eine die ganze Pflanzenwelt des Auftriebs umfassende Tief-Zeit zu betrachten, während das übrige Jahr für die Gesamtheit der Planktonvegetation ebenso als Hoch-Zeit aufzufassen ist. In Kurve 2 auf Tafel XVI ist mit blauer Farbe die Massenentwicklung der Pflanzen nach den Ergebnissen der wöchentlichen Fangtage wiedergegeben. Nimmt man statt der Fangtage, die neben den Temporalschwankungen natürlich gleichzeitig die lokalen Schwankungen zum Ausdruck bringen, die Monatsmittel, so tritt eine recht große Regelmäßigkeit in der Ab- und Zunahme der Masse hervor, wie nachstehende Zahlen zeigen.

Monatsmittel der Pflanzenmasse (in cmm).

1905 und 1906	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe d. Monatsm.	% d. S.
I. Pflanzen mit Chromatophoren	105	81	42	26	10	5	3,5	9	38	42,5	61	51	50	524	97 %
1. Diatomeen	4	45	13	2	0,5	v.	0,5	4	34	39	36,5	1	5,5	185	34 %
2. Peridíneen	100	33,5	28	23	8,5	3,5	1	v.	v.	2	23,5	39,5	41	303,5	56 %
3. Andere Pflanzen	1	2,5	1	1	1	1,5	2	5	4	1,5	1	10,5	3,5	35,5	7 %
II. Pflanzen ohne Chromatophoren	4	1	1	0,5	v.	0,5	v.	1	1	3,5	1	1	1,5	16,0	3 %
														540,0 cmm	100 %

Es fragt sich nun vor allem, worin die Armut der Wintermonate begründet ist. Es liegt von vornherein am nächsten dieselbe auf die Abkühlung des Wassers und die Abnahme der Belichtung zurückzuführen, da von der Temperatur alle Lebensvorgänge, vom Licht aber speziell die assimilierende Tätigkeit der Chromatophoren führenden Pflanzen abhängig ist. Weder die Wassertemperatur noch die Belichtungsmenge zeigt indessen einen gleichsinnigen Verlauf; zwar fällt das Temperaturminimum mit dem Minimum der Masse (im II) zusammen, aber während sowohl die Erwärmung des Wassers im Frühjahr wie die Abkühlung im Herbst sehr langsam erfolgt, ist der Übergang zum Winter und aus diesem zum Frühjahr für die Pflanzenmasse ein sehr rapider; die Lichtmenge aber nimmt bereits vom Januar ab schnell zu, nachdem sie schon im Dezember ihren niedrigsten Stand erreicht hatte. In Wirklichkeit wird die Pflanzenproduktion von beiden Faktoren zugleich beherrscht werden, indem bei sehr niedriger Temperatur auch

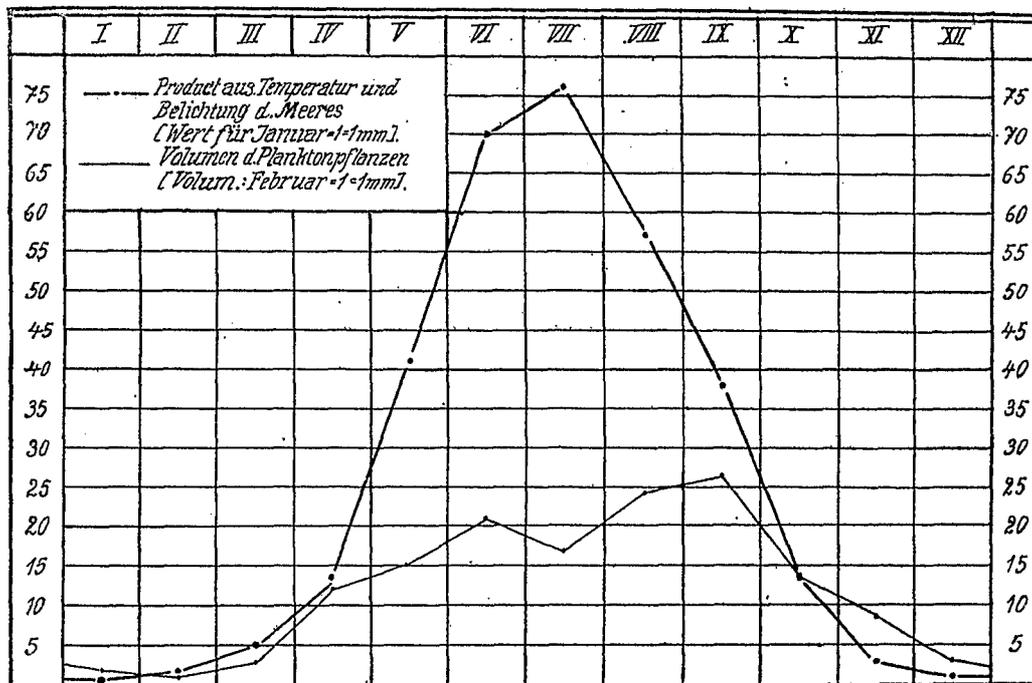


Fig. 22. Vergleich der Kurve für das Volumen der Planktonpflanzen mit der das Produkt aus Belichtung und Wassertemperatur wiedergebenden Kurve.

schnell steigende Belichtung wie im Frühjahr von geringem oder gar keinem Werte für die Pflanzen sein und umgekehrt rapide sinkende Belichtung wie im Herbst auch bei nur langsam abnehmender Temperatur einen erheblichen Ausfall der Produktion herbeiführen dürfte. Man wird die Bedeutung beider Faktoren also dadurch anschaulich machen können, daß man das Produkt aus den Monatsmitteln beider bildet und danach eine neue Kurve konstruiert, wie das in Figur 22 geschehen ist. Es zeigt sich dann in der Tat, daß diese Kurve in der ganzen Zeit vom Oktober bis April im wesentlichen den gleichen Verlauf nimmt wie die Volumenkurve. Nur liegt das Volumenminimum einen Monat später als das von Wärme-Licht und ebenso stürzt im Herbst die Volumenkurve auch vom Oktober zum November noch steil ab, während die Wärme-Licht-Kurve vom Oktober ab einen weniger steilen Verlauf nimmt. Die schädigende Wirkung auf die Produktion wirkt also in beiden Fällen nach und läßt nicht sofort den Eintritt günstiger Bedingungen erkennen.

Für die Pflanzenarmut des Winters können die Nährstoffe des Meerwassers jedenfalls nach dem, was bis jetzt über ihr Vorkommen bekannt geworden ist (Seite 232—237) nicht verantwortlich sein, da keiner eine derartig ausgesprochene Periodizität erkennen läßt und zum Teil, wie unter anderem für die Kieselsäure, grade der Februar der reichste Monat war. Dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, daß die Strömungsverhältnisse die Wirkungen der Belichtung und Temperatur steigern, da das salzreiche Tiefenwasser, nachdem schon im August und Herbst einige Vorstöße erfolgt sind, im Winter vollständig zur Herrschaft gelangt und damit Arten, die in dem schwachsalzigen Wasser des Unterstromes gedeihen und gegen niedrige Temperaturen und schwächere Belichtung unempfindlich sind wie die Schizophyceen und Chaetoceras-Arten der östlichen Ostsee, das Gedeihen unmöglich machen.

Werte für die Kurven in Fig. 22.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Lichtmenge	79,3	185,3	382,9	641,5	902,5	1050,8	976,5	762,1	514,7	257,6	98,2	51,1
2. Temperatur des Wassers	2,5 ^o	1,8 ^o	2,5 ^o	4,1 ^o	9,0 ^o	13,2 ^o	15,5 ^o	14,9 ^o	14,4 ^o	10,3 ^o	6,5 ^o	4,3 ^o
3. Produkt aus 1 und 2	198	333	958	2673	8127	13873	15144	11354	7416	2657	638	220
4. Wie 3, aber I als Einheit	1,0	1,7	5,0	13,5	41,3	70,0	76,5	57,3	37,5	13,4	3,2	1,1
5. Masse aller Pflanzen, II als Einheit	1,7	1,0	3,2	12,7	15,0	21,0	16,7	24,0	26,4	13,6	8,4	3,2
6. Masse d. Chromophyll-Pflanz., II als Einheit ¹⁾	1,4	1,0	2,5	11	12,0	17,5	14,5	22,0	23,0	12,0	7,5	3,0
7. Differenz zwischen 5 und 6	0,3	0,0	0,7	1,7	3,0	3,5	2,2	2,0	3,4	1,6	0,9	0,2

Während der Hoch-Zeit der Jahresvegetation besteht keine Übereinstimmung zwischen den Kurven der jahreszeitlichen Faktoren und der Pflanzenmasse, vielmehr steigt letztere bis zum September höher und höher und erleidet andererseits grade im Juli wenn die Licht-Wärme-Kurve kulminiert eine Einsenkung. Das Ansteigen beruht auf der zunehmenden Mächtigkeit der aufeinander folgenden Wucherungen von *Chaetoceras* und *Skeletonema* im April, Mai, Juni, von *Prorocentrum*, *Ceratium* und *Chaetoceras* im August, September, Oktober und die Senkung im Juli fällt mit der Periode des starkerwärmten schwachsalzigen Wassers zusammen, vor der die Frühjahrsdiatomeen ihre Wucherung beendet und während der die *Ceratium* ihre Wucherung erst eben begonnen haben. Nur die *Gymnodinium* und *Eutreptia* halten während dieser Zeit die Pflanzenmasse trotzdem auf einer sehr erheblichen Höhe. Hier tritt also die Einwirkung der Strömungsverhältnisse sehr deutlich hervor. Schon Hensen erkannte auf der *Holsatia*-Fahrt 1887, daß die Diatomeen, soweit sie marinen Arten angehören, sehr empfindlich gegen Herabsetzung des Salzgehaltes sind (pag. 119) und in der Ostsee nach Osten hin rasch an Arten und Volkzahl abnehmen, während die Peridineen viel widerstandsfähiger sind und *Ceratium tripos* noch im Stettiner Haff zahlreich auftrat (pag. 118). Apstein hat dann auf der Ostsee-Expedition des Deutschen Seefischerei-Vereins 1901 (pag. 116, 117) und auf den Terminfahrten bei der internationalen Meeresforschung (Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel, Bd. 9, pag. 21) das verschiedene Verhalten beider Pflanzengruppen bestätigt. Allerdings fand er zugleich, daß auch *Ceratium tripos* im allgemeinen an einen Salzgehalt von 1% gebunden erscheint und östlich Rügen viele leere Panzer den noch lebenden Zellen beigesellt sind. Sehr wichtig ist ferner der von Apstein (1905) geführte Nachweis, daß die mächtige Frühjahrswucherung der *Chaetoceras* auf die westliche Ostsee beschränkt ist, in dem schwachsalzigen Becken der östlichen Ostsee aber im Sommer und auch im übrigen Jahre eine reiche Schizophyceen-Vegetation sich entwickelt. Die Wirkungen des schwachsalzigen Wassers bei Laboe stehen mit diesen Beobachtungen in vollstem Einklange: die *Chaetoceras*-Wucherung wird plötzlich abgebrochen, die *Ceratium*-Entwicklung setzt trotzdem ein und geht langsam weiter, erreicht aber erst mit dem Eintreten starksalzigen Tiefenwassers größere Intensität. Mit dem schwachsalzigen Wasser setzt

¹⁾ In der Figur ist die Gesamtmasse der Pflanzen (5) eingetragen, während eigentlich nur die Masse der Chromophyll-Pflanzen (6) hätte genommen werden sollen. Wie die Rubriken 6 und 7 der vorstehenden Tabelle zeigen, wäre der Kurvenverlauf dadurch in keiner Weise geändert und nur etwas niedriger geworden.

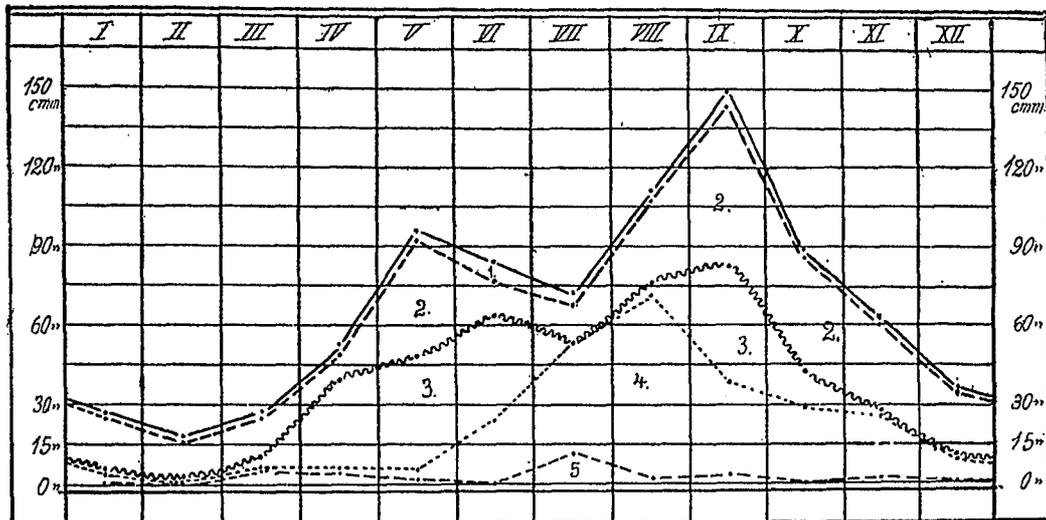


Fig. 23. Kurve für die Volumina der einzelnen Organismengruppen des Gesamtplanktons.

1 mm = 3 cmm Fläche 2 = Metazoen Fläche 4 = Peridineen
 Fläche 1 = Protozoen „ 3 = Diatomeen „ 5 = Andere Pflanzen.

ferner eine Schizophyceen-Vegetation (*Anabaena*) ein, die jedoch auf die Pflanzenmasse ohne Einfluß bleibt.

Betrachtet man die Masse der Peridineen für sich, so beschreibt dieselbe eine sehr charakteristische Jahreskurve, wie die Fig. 23 zeigt. Erst im Mai macht sich ein deutliches Wachsen der Masse gegenüber dem Winter bemerkbar, von da ab aber nimmt das Volumen schnell bis zum August zu, wo das Maximum erreicht wird. In den folgenden Monaten findet ein staffelförmiger Abfall zum Winter hin statt. Die Kurve ist also eingipfelig und in den 3 wärmsten Monaten (VII, VIII, IX) am höchsten. Es entspricht dieser Entwicklungsgang der allgemeinen Verbreitung der Peridineen, die vorwiegend in den Warmwassergebieten der Meere gedeihen und mit der Abnahme der Temperatur des Wassers an Arten und Volksstärke abnehmen. Demgemäß charakterisiert auch Karsten in seiner Bearbeitung des Phytoplanktons der deutschen Tiefsee-Expedition (*Das Indische Phytoplankton*, pag. 477) die Peridineen biologisch als den höheren Temperaturen besser angepaßte Auftriebspflanzen. Im Gegensatz zu den Peridineen haben die Diatomeen ihre Hauptverbreitung in den Mischgebieten kalter und warmer Meeresströme und ihre Entwicklung nimmt daher umgekehrt nach dem Äquator hin ab. Es liegt daher nahe, das Zurückgehen der Diatomeen in den Sommermonaten auch bei Laboe nicht nur der Abnahme des Salzgehaltes, sondern noch anderen rein jahreszeitlichen Faktoren zuzuschreiben. Hierfür spricht vor allem, daß die Diatomeen auch im Mittelmeer ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum bilden und im Sommer und Winter ganz zurücktreten (*Wiss. Meeresunters., Abt. Kiel, Bd. 7, pag. 82.*). Bei Laboe fiel das Minimum der Diatomeenmasse in den Juli, der die höchste Wassertemperatur und den höchsten Licht-Wärme-Wert aufwies, so daß man an eine schädigende Einwirkung dieser Faktoren denken könnte. Brandt und Gran haben die beiden Wucherungen durch die Menge der im Meerwasser vorhandenen Nährstoffe zu erklären versucht. Es läßt sich aber bisher ein entsprechendes Verhalten der letzteren noch nicht nachweisen. Daß bei Kiel der Salzgehalt auf die Massenentwicklung der Diatomeen von Einfluß ist, zeigt auch ein Ver-

gleich der Frühjahrswucherung im Jahre 1905 mit der von 1906. Im ersteren Jahre war die Wucherung sehr viel stärker und von viel längerer Ausdehnung als 1906 in Übereinstimmung mit der schwachen Ausbildung der schwachsalzigen Periode in jenem Jahre und der übermäßigen Ausdehnung und Stärke derselben 1906. Es weist aber der Umstand, daß außer den Diatomeen auch zahlreiche andere Pflanzen und sehr viele Tiere das Frühjahrs- und Herbstmaximum mitmachen und vor allem die Tiere beide Hoch-Zeiten auch dann zur Ausbildung bringen, wenn die Salzgehaltverhältnisse in Folge einer jahreszeitlichen Verschiebung der Strömungen wie 1884/85 ganz veränderte sind, auch wieder auf Ursachen hin, die wesentlich an die Jahreszeit und nicht an die Strömungen gebunden sind.

Eine Sonderstellung nehmen unter den Pflanzen die verschiedenen Peridineen-Arten ein, die kein Chromophyll entwickeln und daher auch nicht an der Produktion lebender Substanz nach Art der übrigen Pflanzen beteiligt sein können. Es handelt sich hier vor allem um die meisten Peridinium-Arten, einige Glenodinium-Species und verschiedene Gymnodinien. Namentlich die letzteren können eine erhebliche Individuenzahl erreichen (siehe Tabelle, pag. 252/253; Maximum des Fangvorkommens 14 Millionen in 100 Litern), der Masse nach gewinnt aber nur *Glenodinium bipes* Ende Mai (Tafel XII, Kurve 5) eine größere Bedeutung (14 cmm im Max.). Im Durchschnitt macht das Volumen dieser chromophyll-freien Peridineen 3,5 % aller Peridineen aus, doch steigt der Prozentsatz in den Peridineen-armen Zeiten (Januar, Februar, März) auf 4,5—8,5 % an, Über die Lebensweise ist mir nichts Genaueres bekannt.

Die wöchentlichen Bestimmungen der Individuenzahl würden schließlich eine gute Berechnung des Vermehrungsfußes gestattet haben, wenn nicht die lokalen Schwankungen die Ergebnisse zu unsicher machen und mit Notwendigkeit allzu hohe Werte veranlassen müßten, indem sie die Ausschläge der Kurven abnorm steigern. Nur bei solchen Arten, bei denen die lokalen Schwankungen so gut wie ganz fehlen, können daher brauchbare Größen gewonnen werden. So ergab sich für:

<i>Anabaena baltica</i>	ein Vermehrungsfuß von 1,4—1,5 oder im Durchschnitt von 1,45,
<i>Eutreptia</i> sp.	" " " 1,3—1,4 " " " 1,40,
<i>Exuviaella baltica</i>	" " " 1,2—1,5 " " " 1,35,
<i>Prorocentrum micans</i>	" " " 1,2—1,6 " " " 1,40.

Für Peridineen und Diatomeen des Süßwassers hatte Hensen (loc. cit. pag. 86) einen Vermehrungsfuß von 1,2—1,25 gefunden, also wesentlich niedrigere Werte. Andererseits hatte Karsten (Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel, Bd. III, pag. 12) durch Aquariumversuche für *Skeletonema* Vermehrungsfüße von 1,3—2,0 und eine Abhängigkeit derselben von der Bewegung des Wassers nachgewiesen. Für ruhendes Wasser betrug der Vermehrungsfuß im Durchschnitt 1,3, in bewegtem Wasser nur 1,2. Man dürfte daher doch vielleicht für die Kieler Bucht mit einem Vermehrungsfuß von 1,3 für die Pflanzen rechnen. Nehmen wir aber diesen als Durchschnittswert an, so würde ein Individuum in einem Monat, wenn jede Zerstörung ausgeschlossen würde, seine Nachkommenschaft auf 2600 statt auf 240 Zellen zu bringen vermögen, die Vermehrung also eine 10mal stärkere als bei dem Vermehrungsfuß 1,2 sein.

II. Die Jahresentwicklung der Tiere (Tafel XV und XVI, Kurven 2, 7, 8).

Das Auftreten der Tiere schließt sich naturgemäß eng dem der Pflanzen an; da aber die Individuenzahl der Protozoen etwa 50 mal, die der Gewebstiere sogar fast 7000 mal geringer ist als die der Pflanzen, so sind die Reaktionen derselben auf die wechselnden Existenzbedingungen mit weit weniger starken Bewegungen ihrer Volkszahl verbunden und die Jahreskurven daher bei weitem nicht so charakteristisch wie die der Peridineen und anderen Euflagellaten oder die von *Skeletonema* und *Chaetoceras*. Trotzdem lassen sich ohne Schwierigkeit auch bei ihnen die gleichen Typen der Jahreskurven wiedererkennen, die wir bei den Pflanzen gefunden haben.

Zunächst überwiegen auch bei den Tieren die Arten, welche zwei Hoch-Zeiten im Jahre entwickeln (38 Formen), ganz erheblich über die Spezies mit nur einer einzigen Hoch-Zeit (22 Formen) und wie dort, so kommen auch hier die zwei Hoch-Zeiten meist dadurch zu Stande, daß die betreffenden Arten außer der Tief-Zeit im Winter noch eine zweite Tief-Zeit im Sommer, wenn das Wasser am stärksten erwärmt und der Salzgehalt am tiefsten gesunken ist, durchmachen. Die Arten mit einer Hoch-Zeit scheiden sich scharf in Frühjahrs- und Herbstformen; Winterformen wie *Melosira borreri* kamen bei den Tieren nicht vor. Die untenstehende Tabelle zeigt diese Sonderung auf das Deutlichste. Die Herbstformen treten mit den ersten Vorstößen des salzreichen Tiefenwassers im August auf und nehmen nach dem Winter zu an Zahl ab, nachdem sie in der zweiten Hälfte des August die höchste Artenzahl erreicht haben. Zu ihnen gehören ausschließlich Formen, die ihr Verbreitungszentrum außerhalb der Ostsee in der Nordsee oder im atlantischen Ozean haben und wie *Noctiluca* nur dann und wann bis Kiel in die Ostsee vordringen. Auch *Tint. steenstrupi* wurde bisher nicht weiter östlich als Kiel beobachtet, ist aber viel zu klein, um mit den Müllergaze-Netzen noch sicher gefangen zu werden. *Tiarina fusus* und Planulae von *Aurelia* wurden bis Rügen nachgewiesen, *Oikopleura dioica*, *Tintinnopsis campanula* und *Cytarocylis helix* bis östlich Bornholm, Sagitten und *Tintinnus subulatus* dringen sogar bis in den Finnischen Meerbusen vor. Mit Ausnahme von *Tintinnus steenstrupi*, der im ganzen warmen Gebiete des atlantischen Ozeans in der Hochsee lebt, sind die Tintinnen dieser Gruppe ausgesprochene Küstenformen; dasselbe gilt natürlich von den Planulae der *Aurelia aurita*.

Lage der Maxima der Monatsmittel bei den Formen mit nur einer Hoch-Zeit im Jahr¹⁾.

VIII ²⁾	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹⁾
Oikopl. dioic. Planulae von <i>Aurelia</i> Tint. sub. kil. Tintp. campan. Cyt. helix	Sagitta bip. Tint. steenst. " subul. Strombid.	Tiarina f. Lacrymar.	Noctiluca	—	—	—	—	Sternhaar- statoblast	Notolca. Keulfg. Rotat. Brachionus Harpactidae Barbierbeck- statoblast	Heliozoen Tintp. nucula " nana	—	<i>Junge Poly- chaeten</i> ²⁾ .
			Gäste sind fettgedruckt. Larven einheimischer Bodentiere kursiv.									

¹⁾ Hierher gehört auch *Evadne spinifera*, die nur im August und September 1905 beobachtet wurde und ihr Maximum am 17. August erreichte. Da ihre Kulmination aber nicht mehr in das Beobachtungsjahr 1905/06 fiel, ist sie hier fortgelassen.

²⁾ Keine Spioniden-Larven.

Im Gegensatz zu den Herbstformen umfassen die Frühjahrsformen wenigstens zwei auf die Ostsee beschränkte Arten: den Barbierbecken- und den Sternhaarstatoblasten, von denen der erste nur in der Kieler Bucht beobachtet wurde, während letzterer in der östlichen Ostsee sein Verbreitungszentrum hat und vom Bottnischen Meerbusen bis zur Dänischen See vorkommt. Ihnen gesellt sich eine Reihe von Rädertieren bei, wie *Notolca striata*, *Brachionus* und eine keulenförmige Art, die ich nach dem konservierten Material nicht mehr näher zu bestimmen vermochte, sowie die dem flachen Küstenwasser zugehörigen Harpactiden. Von Protozoen kulminieren im Juni die nur vom Mai bis Juli gefundenen Heliozoen sowie *Tintinnopsis nucula* und *nana*. Die Rotatorien und der Sternhaarstatoblast sind nur auf eine ganz kurze Zeit (April und Mai) beschränkt, der Barbierbeckenstatoblast wurde vereinzelt schon im Februar gefunden und verschwand, nachdem er, wie die Rädertiere, im Mai kulminiert (mit 6 Individuen!) im Juni wieder. Die Harpactiden und *Tintinnopsis nucula* und *nana* kommen dagegen das ganze Jahr hindurch vor, *Tintinnopsis nucula* sogar in recht erheblicher Menge. Trotzdem ist die Hoch-Zeit im Frühjahr deutlich ausgeprägt.

Die gleichen Unterschiede in der zeitlichen Ausdehnung des Vorkommens finden sich bei den Herbstformen. Während *Noctiluca miliaris* nur im November und Dezember in wenigen Exemplaren zur Beobachtung kam und *Tiarina fusus* auf 3, *Lacrymaria* auf 4 Monate beschränkt war, wurden von *Cyrtocylis helix* nur im Dezember keine Individuen gefunden und *Tintinnus subulatus* kam in der typischen, langgeschwänzten Form wahrscheinlich das ganze Jahr hindurch vor. Eine ähnliche Reihenfolge bilden unter den Gewebstieren *Oikopleura dioica*, *Sagitta bipunctata* und *Aurelia aurita*.

Von den 38 Formen mit zwei Hoch-Zeiten im Jahre kulminieren die meisten im Frühjahr und im Herbst; die Mehrzahl der Maxima fällt auf Oktober und Mai. Beide Hoch-Zeiten sind nie gleich stark ausgebildet, vielmehr ist die eine weitaus dominierend, so daß ein Haupt- und ein Nebenmaximum unterschieden werden kann und das letztere vielfach nur als ein merkbares Anschwellen der Volksstärke sich kenntlich macht. Wir können also auch hier Herbst- und Frühjahrsformen unterscheiden, wenn wir die Lage der Haupt-Kulmination als Kriterium nehmen. Unter jenen finden sich zwei Arten, die nur als Larven aus der Ostsee bekannt sind und daher zweifellos Gäste sind, die aber jedes Jahr in größerer oder geringerer Zahl mit dem salzreichen Tiefenwasser in die westliche Ostsee eingeschleppt werden: die Gymnosomen- und die Proteolepas-Larve. Letztere kam nur ganz vereinzelt vor und wurde nur im November und April-Mai gefunden, die Pteropodenlarve dagegen kam mit Ausnahme des Februars und der Monate Juni-Juli das ganze Jahr hindurch vor und erreichte eine Volksstärke von 180 Individuen in 100 Litern. Von atlantischen Arten sind bemerkenswert *Tintinnus acuminatus*, dessen Ostgrenze bei Bornholm liegt, und *Oithona similis*, die häufigste Copepodenart bei Kiel, die nach Osten hin rasch an Volkszahl abnimmt, aber doch noch bis in den finnischen Meerbusen hinein sich findet. Daneben kommen aber auch auf die Ostsee beschränkte, baltische Arten in dieser Gruppe vor, wie *Temorella hirundo* und *Tintinnopsis baltica*; ihnen schließen sich die Larven einheimischer Bodentiere (Polychaeten-, Balanus-, Membranipora) an. Die Frühjahrsformen weisen keine Gäste aus dem salzreichen Tiefenwasser auf; charakteristisch

ist die Häufigkeit der zwar atlantischen, aber sehr euryhalinen und noch im bottnischen Meerbusen lebenden Acartien (*Acart. bifilosa* und *longiremis*; *Acartia discaudata* ist bei Kiel nur sehr spärlich beobachtet) sowie das Kulminieren der Muschel- und Schneckenlarven.

Lage der Maxima der Monatsmittel bei den Formen mit zwei Hoch-Zeiten im Jahr.

	VIII ²	IX	X	XI	XII
1. Zahl der Hauptmaxima	4	8	4	2	—
2. Zahl der Nebenmaxima	3	5	3	2	1
3. Formen, welche die Hauptmaxima bilden. (Gäste sind fettgedruckt; Larven einheimischer Bodentiere kursiv; Baltische Formen sind durch ein B gekennzeichnet.)	<i>Trochophora</i> <i>Balanus-Larven</i> <i>Tint. acuminatus</i> <i>Laboea globosa</i>	Podon Temora Temorella (B) Paracalanus <i>Cyphonautes</i> Nackte Monadinen <i>Tintinnopsis baltica</i> (B) <i>Laboea strobila</i>	Turbellarien Mastigocerca Gymnosomen-Larv. Halteria	<i>Oithona similis</i> Proteolep.-Larv.	—

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
1. Zahl der Hauptmaxima	1	1	1	4	7	2	2	3
2. Zahl der Nebenmaxima	1	—	2	3	11	3	2	1
3. Formen, welche die Hauptmaxima bilden.	Monad. m. Rückf.	<i>Tintinnop.</i> beroid.	<i>Oxyrrhis</i>	<i>Tintinnopsis lohm.</i> <i>Laboea conica</i> Ciliat Taf. XVII, Fig. 11 <i>Strombid. caud.</i>	<i>Evadne nordmanni</i> <i>Acartia</i> <i>Centropages</i> <i>Pseudocalanus</i> <i>Muschellarven</i> <i>Tintinnopsis karaj.</i> <i>Didin. nasutum.</i>	Junge Schnecken <i>Tintinnps.</i> ventricosa	<i>Synchaeta</i> <i>Tintinnid.</i>	<i>Spionid.-Lv.</i> <i>Ebria tripart.</i> <i>Calycomon.</i> gracil.

Sehr bemerkenswert sind einige wenige Formen, die sich diesen beiden Typen nicht einfügen, sondern im heißesten Monat Juli oder in den kältesten Monaten Januar und Februar ihre maximale Volksstärke erreichen. Jenes ist der Fall bei den *Synchaeten* und *Tintinnidium mucicola*; die *Tintinnoidee* kommt das ganze Jahr vor, kulminiert aber in ganz ausgesprochener Weise (Taf. XV) in der Zeit des stark erwärmten schwachsalzigen Wassers, im Winter ist sie am seltensten. Bei den *Synchaeten* (Taf. XV) handelt es sich um eine aus mehreren Arten zusammengesetzte Gruppe, deren Trennung bei den Zählungen nicht möglich war. Wahrscheinlich wird aber die ganz auffällige Form der Jahreskurve dadurch bedingt, daß ein Teil der Arten im Mai und August (5300, 1600 Individuen Monatsmittel) ihre Hoch-Zeiten hat, während ein anderer Teil im Juli in dem warmen und schwachsalzigen Wasser das Emporschnellen der Volkszahl auf 24000 Individuen bedingt.

In der kältesten Zeit des Jahres erreichen *Tintinnopsis beroidea* (Tafel XV) und die nackte, durch ihre Rückenfurche ausgezeichnete Monadine (Taf. XV) ihre größte Häufigkeit. Die erstere ist das ganze Jahr hindurch häufig und beschreibt eine recht unregelmäßige Kurve; sie meidet aber das warme Wasser in ausgesprochener Weise (pag. 296), wie insbesondere ihre vertikale Verbreitung zeigt. Auch ist sie in arktischen Meeren beobachtet und dringt in der

Ostsee bis in den finnischen Meerbusen vor. Die Jahreskurve für die Monadine ist so eigenartig, daß es zweifelhaft erscheinen muß, ob hier eine oder zwei Arten vorliegen; sie ist nämlich im Winter und erstem Frühjahr sehr häufig und ebenso im Mai-Juni, während sie sonst nur spärlich vorkam oder ganz fehlte; da die Art leicht kenntlich und relativ groß ist, kann ein Untersuchungsfehler nicht vorliegen. An beide Arten schließen sich die nackten Monadinen an (als Artengruppe), deren wahrscheinlich viele Arten umfassende Jahreskurve nur unbedeutende Schwankungen aufweist und an die von *Rhodomonas pelagica* unter den Euflagellaten erinnert. Endlich gehört auch *Tintinnus acuminatus* insofern hierher, als sein Nebenmaximum in den Dezember fällt und dieser Tintinnus bis in den Februar hinein relativ häufig blieb.

Die Entwicklung im Jahreslaufe führt also wie bei den Pflanzen zu der Unterscheidung einer allgemeinen Tief-Zeit mit niedriger Individuen- und Artenzahl im Winter und einer allgemeinen Hoch-Zeit während des übrigen Jahres. Für die Protozoen betrug die durchschnittliche Individuenzahl in jener 110 000, in dieser dagegen 1 600 000; für die Metazoen war sie 4700 resp. 17 000; auf den Winter kamen im ganzen 22, auf das übrige Jahr 32 Protozoenformen; bei den Metazoen standen sich beide Jahresperioden mit 18 und 38 Formen gegenüber. Während der Hoch-Zeit wird durch das Vordringen des schwachsalzigen Wassers und die starke sommerliche Erwärmung des Wassers wie bei den Pflanzen eine Verminderung der Hoch-Zeiten und der Artenzahl bedingt; bei den Protozoen ist dieselbe zugleich von einer Abnahme der Individuenzahl begleitet, während bei den Metazoen die Synchaeten durch ihre große Menge eine Steigerung herbeiführen. Über die während der verschiedenen Monate durch ihre Individuenzahl dominierenden Arten geben die nachstehenden Tabellen eine Übersicht.

Die ihrer Volksstärke nach dominierenden Arten der Protozoen. Zahlen für 10 ccm Wasser.

	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Mittel
1. Nackte Monadinen	150	210	67	86	5	120	80	45	79	49	75	55	77	1100
2. <i>Calycomonas gracil.</i>	31	21	7	7	5	1	v.	1	8	30	17	12	170	310
3. <i>Oxyrrhis phaeoc.</i>	4	1	6	—	—	—	—	16	14	1	1	—	1	43
4. <i>Halteria rubra</i>	v.	17	19	5	1	1	v.	8	1	1	3	1	v.	57
5. <i>Tintinnopsis nucula</i> . . .	3	3	5	6	4	1	v.	v.	v.	1	20	13	8	63
6. „ <i>beroidea</i>	2	4	3	5	4	5	34	7	8	1	9	12	1	93
7. <i>Ebria tripartita</i>	1	v.	1	1	v.	v.	1	5	8	9	2	1	45	74
8. <i>Laboea conica</i>	2	2	1	v.	—	v.	v.	3	5	2	v.	v.	v.	14
9. Ciliat Taf. XVII, Fig. 11	v.	2	v.	v.	—	v.	v.	2	8	6	v.	v.	v.	19
10. <i>Calycomonas globosa</i>	—	—	1	1	1	v.	—	—	4	7	14	—	1	29
11. <i>Tintinnopsis nana</i>	v.	—	v.	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	22	3	5	31
12. <i>Tintinnidium mucicola</i>	2	v.	v.	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	7	v.	9
Dominierend	Nackte Monadinen												Calycomon.	
Nächsthäufigste Formen	Calycomonas	Halter.	Calycomonas	<i>Tint. beroid.</i>	Oxyrrhis	Calyc.	<i>Tint. nana</i>	<i>Tint. nucula</i>	Ebria					

Die durch ihre Individuenzahl dominierenden Metazoen. Zahlen für 1 Liter (1000 ccm).

	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmittel
1. Oithona (Copepodit. und Erwachsene)	17	21	30	40	31	15	11	7	4	9	3	3	5	75
2. Synchaeta	16	1	1	1	v.	v.	v.	v.	1	53	2	240	12	240
3. Junge Muscheln	7	12	3	v.	—	v.	—	v.	1	61	2	v.	4	160
4. Spioniden-Larven	v.	v.	v.	2	3	2	3	4	v.	2	2,5	v.	5	8
Dominierend	<i>Oithona similis</i>									Musch.	Oith.	Synchaeta		

Danach dominiert unter den Protozoen die Gruppe der nackten Monadinen mit Ausschluß der ersten Hälfte des August das ganze Jahr hindurch, während unter den Gewebstieren *Oithona similis* ein ähnliches Übergewicht ausübt. Dieser atlantische Krebs nimmt aber, nachdem er im November sein Maximum erreicht hat, vom Januar bis zum Juli immer mehr ab und wird im Mai, Juli und in der ersten Hälfte des August von den Synchaeten, im Mai außerdem von den Muschellarven weit überholt. Die nackten Monadinen wurden dagegen nur Anfang August durch das kleinste von mir beobachtete Protozoon *Calycomonas gracilis* aus ihrer Stellung verdrängt, die neben einigen Tintinnopsis-Arten (*Tintinnopsis beroidea*, *nucula*, *nana*), Oxyrrhis und Halteria die nächsthäufigsten Protozoen sind.

An Individuenzahl übertreffen die Protozoen naturgemäß die Metazoen erheblich; im Durchschnitt kommen auf 1 Metazoen 100 Protozoen. Sobald man aber von der Betrachtung der Volksstärke zu der des Volumens übergeht, mit dem jede Art am Plankton sich beteiligt, ändert sich die Stellung beider Tiergruppen zueinander vollständig. Einzellige Organismen und Gewebstiere werden überhaupt erst direkt vergleichbar, wenn man in irgend einer Weise ihre Massen in Beziehung zueinander setzt. Da die Metazoen als Zellkolonien betrachtet werden können, würde man auch die Anzahl der jede Kolonie zusammensetzenden Zellen bestimmen und mit den mehr oder weniger selbständig lebenden Protistenzellen vergleichen können. Man würde dann wahrscheinlich zu einem sehr großen Übergewicht der Metazoen kommen, da die Gewebszellen durchschnittlich recht klein sind, viel kleiner als die meisten Protistenzellen. Dieser Schwierigkeit könnte man entgehen, indem man berechnete, wie viel einzellige Organismen durchschnittlich auf ein Gewebstier im Plankton kommen, und so versuchte ganz rohe Vergleichswerte zu erhalten. Für die Kieler Fänge stellt sich dabei heraus, daß im Durchschnitt auf 1 Metazoon 7000 (eigentlich 6800) Pflanzenzellen und 100 Protozoenzellen kamen¹⁾. Es sind dabei Ephyren und Sagitten als die größten, noch in Betracht kommenden Gewebstiere angenommen. In Wirklichkeit würde aber auch hiermit noch keine gute Vergleichbarkeit gewonnen sein, da die Bedeutung der einzelnen Zelle für die Erhaltung und Steigerung der Individuenzahl durch Vermehrung eine ganz verschiedene bei Metazoen und Protisten ist. Die Bestimmung des Volumens der einzelnen Arten gewinnt daher hier eine viel größere Bedeutung als bei Vergleichen von Metazoen untereinander oder Protisten untereinander.

¹⁾ Auf 1 Copepoden (Copepodit oder Geschlechtstier) bezogen, ergaben sich aus den Summen der Monatsmittel folgende Werte: es kamen auf 1 erwachsenen Copepoden durchschnittlich 5,5 andere Gewebstiere (Copepoden-Nauplien und -Eier incl.), 660 Protozoen, 6200 Phyto-Euflagellaten und 28000 Phyto-Aflagellaten; das Verhältnis ist also etwa wie 1:100:1000:4000.

Betrachtet man nun die auf Taf. XVI unter Nr. 7 und 8 abgebildeten Jahreskurven des Volumens der Protozoen und Metazoen, so ergibt sich zunächst, daß die Masse der Protozoen der der Gewebstiere gegenüber ganz und gar zurücktritt. Im Durchschnitt macht jene nur $\frac{1}{7}$ der Metazoenmasse aus. Nur an 2 Tagen (20. VI. und 11. VII. 06), zur Zeit der größten Copepodenarmut gewannen die Protozoen durch die enorme Zahl, in welcher *Tintinnopsis nucula* auftrat, das Übergewicht mit 4 resp. 1 cmm in 100 Litern. Dieses starke Zurücktreten der tierischen Protisten steht im schroffsten Gegensatz zu der großen Bedeutung der pflanzlichen Protisten, die im Durchschnitt mehr als die Hälfte der ganzen im Wasser nachweisbaren Planktonmasse bilden und die Masse der Gewebstiere durchschnittlich übertreffen. Bei Syrakus (Diese Zeitschrift, Bd. 7, pag. 72) war das Verhältnis der einzelligen Organismen zu den Metazoen im wesentlichen ebenso, obwohl dort im warmen Mittelmeer zu den Tintinnen sich noch die Globigerinen und Radiolarien gesellten. Nur überwogen damals im Dezember die Gewebstiere ganz erheblich die Pflanzen an Masse; das gleiche trifft aber auch in der Kieler Bucht für den Winter zu. Die Erklärung für das so verschiedene Verhalten der pflanzlichen und tierischen Protisten liegt ohne jeden Zweifel in dem großen Vorteil, den die Einzelligkeit für die Ausnutzung des Sonnenlichtes und der im Meerwasser gelösten Nährstoffe für die Pflanzen hat, während für alle Tiere die Erbeutung lebendiger Nahrung die Hauptrolle spielt. Für diese Aufgabe aber stehen dem vielzelligen Metazoenkörper in seinen Muskeln, Nerven und Sinnesapparaten viel bessere Mittel zur Verfügung als dem Körper der Protozoen. Es mag sein, daß ein Teil der Monadinen sich auch saprophytisch ernährt und daher aus der Kleinheit des Körpers und der relativ großen Oberfläche Vorteil zieht; im übrigen spricht gerade die geringe Massenentwicklung der Protozoen, vor allem aber die hohe Ausbildung, die überall die Lokomotionsapparate und die Organe zur Erbeutung der Nahrung bei den Meerestieren aufweisen, durchaus gegen die neuerdings von Pütter (1907, Zeitschrift allgemeine Physiolog. Bd. 7, Heft 2 und 3) aufgestellte Hypothese, daß die endosmotische Aufnahme gelöster organischer Stoffe aus dem Meerwasser eine große Bedeutung für die Tiere habe.

Tintinnopsis nucula, *beroidea* und *Cytorocylis helix* sind die einzigen Tintinnen die es zu einiger Massenentwicklung bringen; ihnen schließen sich *Ebria tripartita* und *Halteria* an. Im Frühjahr ist auch der auf Taf. XVII, Fig. 11 abgebildete nackte Ciliat dominierend,

Die der Masse nach dominierenden Protozoen-Formen (in cmm für 100 Liter).

	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Maximales Volumen
1. <i>Tintinnopsis nucula</i> .	1	0,5	1	1,5	1	v.	v.	v.	v.	v.	5,5	3,5	2	11
2. „ <i>beroidea</i>	v.	v.	v.	v.	v.	v.	2	v.	v.	v.	0,5	1	v.	7
3. <i>Ebria tripartita</i> . . .	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	2	4,5
4. <i>Halteria rubra</i> . . .	v.	2	2	0,5	v.	v.	v.	1	v.	v.	v.	v.	v.	4,5
5. <i>Cytorocylis helix</i> . .	3	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	4,5
6. Ciliat Taf. XVII, Fig. 11	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	1	1,5	v.	v.	v.	3
7. Nackte Monadinen . .	0,5	1	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	3
8. <i>Didinium nasutum</i> . .	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,5	v.	v.	v.	2
Dominierend	Tint.	Halteria.	Tintinnopsis.				Nackte Ciliaten.			Tintinnopsis.				

wie beistehende Tabelle zeigt. Die äußerst geringe Massenentwicklung der Tintinnen ist sehr bemerkenswert. Ich hatte geglaubt, daß sie einen viel größeren Anteil an der Zusammensetzung des Planktons nehmen würden, umsomehr als ich mit Filter und Centrifuge einen mehrmals größeren Reichtum des Meeres an Tintinnen nachweisen konnte, als bisher gefunden war. Im Durchschnitt kamen nämlich nicht weniger als 170 000 Individuen auf 100 Liter, während ich bei Syrakus nur 2000 und im Nordatlantischen Ozean sogar nur 300 Individuen in derselben Wassermasse fand. Der Leib der Tintinnen umschließt häufig kleine kugelige, halbverdaute und verfärbte, rote und gelbe Zellen, die wohl sicher auf verzehrte Rhodomonas und Chrysomonaden zurückgeführt werden müssen. Wiederholt fand ich 10—12 solche Zellen in einem Tier (bei *Tintinnidium mucicola*, *Tintinnopsis ventricosa*; vereinzelt Zellen wurden auch bei *Tintinnus subulatus* und *Cyrtocylis helix* gefunden). Da die Tintinnen auf jeden Fall nur sehr kleine Organismen als Nahrung aufnehmen können, nahm ich an, daß sie als Vermittler zwischen diesen und Metazoen eine hervorragende Rolle spielten. Aber es scheint nach den vorliegenden Befunden, daß von den Metazoen selbst die Hauptmasse des pflanzlichen Microplanktons direkt gefressen wird und nur ein sehr unbedeutender Teil den Umweg durch die Tintinnen nimmt.

Unter den Gewebstieren beherrschen die Copepoden die Masse ganz und gar (Tabelle XX, pag. 302); nur im Juli, als mit dem stark erwärmten schwachsalzigen Wasser die Gymnodinien, Eutreptia und *Tintinnopsis nucula* im Plankton dominierten, sank die Masse der Copepoden auf 1—2 cmm herab und wurde durch Podon und Ende des Monats außerdem durch Synchaeten erheblich übertroffen.

Die der Masse nach dominierenden Metazoen-Formen (in cmm in 100 Liter).

	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Maximales Volumen
1. <i>Oithona similis</i>	5	6	9	12	9	5	3	2	1	2,5	1	1	2,5	23,5
2. Podon	7,5	10	2	v.	—	—	—	—	—	v.	1,5	4,5	1	22
3. Temora	1	9,5	3	3	0,5	v.	v.	0,5	0,5	3	1	0,5	3,5	21
4. Rotatorien	1	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	5	v.	(14) ¹	0,5	17,5
5. Acartia	3	5	3	2	2,5	v.	0,5	2	1,5	7,5	1,5	1	0,5	17
6. Pseudocalanus	—	v.	—	0,5	v.	v.	0,5	1,5	v.	5	0,5	1,5	2,5	16
7. Polychaeten	1	v.	1	2,5	3	2,5	3,5	4,5	0,5	2,5	3	v.	12	12
8. Sagitten	1,5	6	1	2,5	1	2	v.	v.	—	—	—	—	—	9
Dominierend	Podon		<i>Oithona similis</i>			Polychaeten		Acartia		Poly- chaet.	Rotat.	Poly- chaet.		

Die Jahreskurve für die Masse der Metazoen ist daher ganz und gar von der Masse der Copepoden abhängig und wird weiterhin wesentlich durch das Auftreten zweier Gattungen: *Oithona* und *Acartia* bestimmt. *Oithona* hat ihre Hoch-Zeit im Herbst, *Acartia* im Mai; jene ist gegen die Herabsetzung des Salzgehaltes sehr empfindlich und sinkt daher im Juli auf eine Volksstärke von weniger als 300 Copepoditen und Geschlechtstiere herab; ihr Maximum erreicht sie

¹) Inhalt eines Fanges.

im November; um von da ab langsam bis zum Juli abzunehmen; nur im Mai schwillt ihre Zahl wieder etwas an; wie die der meisten Organismen, die das ganze Jahr hindurch im Plankton auftreten. *Acartia*, die auf den Terminfahrten 1905 in der östlichen Ostsee erheblich häufiger war als im Westen, kulminierte im Mai, nahm zwar auch im Juni und Juli bedeutend ab, sank aber am tiefsten in den Wintermonaten; eine 2. Hoch-Zeit geringerer Bedeutung trat, wie bei vielen der im Frühjahr kulminierenden Arten im September ein. Die Frühjahrs-Kulmination von *Acartia* wird durch diejenige von *Centropages* und *Pseudocalanus* verstärkt, die Herbst-Kulmination von *Oithona* dagegen findet im November gar keine Unterstützung, da die Nauplien der übrigen im Herbst kulminierenden Copepoden bereits im Oktober, die Geschlechtstiere aber bereits im September ihre maximale Volkszahl erreichen (*Temora*, *Temorella*, *Paracalanus*). Dadurch wird nun aber bewirkt, daß das Maximum der Copepodenmasse im Herbst nicht mit dem von *Oithona* zusammenfällt, sondern im September eintritt und schon von da ab eine langsame Abnahme nach dem Winter zu erfolgt. Auf diese Weise erhält die Kurve für das Gesamtvolumen der Copepoden der Form nach große Ähnlichkeit mit der zweigipfeligen Kurve der Diatomeen; auf der anderen Seite hat die Jahreskurve von *Oithona* und den übrigen Herbst-copepoden viel Übereinstimmung mit der eingipfeligen Kurve von *Ceratium*, das auch viel länger als die Diatomeen im Herbst andauert und den ganzen Dezember hindurch noch auf einiger Höhe sich hält. Das Charakteristische für die Volumenkurve der Copepoden wäre demnach in dem verschiedenen Verhalten von *Oithona* und *Acartia* zu sehen, das auch auf den Terminfahrten 1905 darin sehr deutlich zum Ausdruck kam, daß *Oithona* im November und im Kleinen Belt, *Acartia* dagegen im Mai und bei Bornholm kulminierte. Auch hier liegen also keine lokalen, nur dem Kieler Hafen eigene, sondern für die Ostsee überhaupt gültige Verhältnisse vor.

Von den übrigen Metazoen wird die durch die Copepoden gebildete Volumenkurve nur erhöht, in ihrem Verlaufe aber kaum geändert. Nur Ende Juli und Anfang August rufen Podon und Synchaeten eine kleine selbständige Kulmination hervor, indem offenbar durch die starke Erwärmung und den geringeren Salzgehalt des Wassers diese Küstenformen besonders in ihrer Entwicklung gefördert waren. Im Winter spielen neben den Copepoden nur die Spioniden-Larven eine Rolle, vom Juli bis September gewinnt Podon an Bedeutung; beide Formen sind an den Meeresboden gebunden und daher charakteristische Erscheinungen des Küstenplanktons. Wie oben (pag. 321) gezeigt wurde nimmt die Menge der Spioniden-Larven außerhalb des Hafens schnell ab. Von atlantischen, holopelagischen Formen gewinnen Appendicularien und Sagitten vom August ab einige Bedeutung; die Sagitten halten sich noch bis in den Januar hinein auf einer gewissen Höhe.

III. Die Jahresentwicklung der Pflanzen und Tiere in ihrer Abhängigkeit voneinander und von den Existenzbedingungen (Taf. XVI).

Wie die Pflanzen des Auftriebs in letzter Linie von dem Lichte in ihrer Entwicklung abhängig sind, so sind die Planktontiere an die Pflanzen als an ihre wesentliche Nahrungsquelle direkt oder indirekt gebunden. Es entsteht daher die Frage, ob diese Abhängigkeit der Tiere in ihrer Jahreskurve zum Ausdruck kommt, oder ob die Nahrung den Tieren stets in genügender

Menge zur Verfügung steht und die anorganischen Existenzbedingungen allein ihre Jahresentwicklung bestimmen.

Zunächst besteht sicher kein bestimmtes Verhältnis zwischen der Masse der Pflanzen und der Tiere. Im Durchschnitt aller Monatsmittel machen die Pflanzen 56%, die Tiere 44% des Planktons aus; die Produzenten übertreffen die Konsumenten also um 12%¹⁾. Im Laufe des Jahres aber ändert sich dieses Verhältnis so, daß im Winter die Pflanzenmasse bis auf 18% (!) sinkt, im übrigen Jahre bis auf 75% sich erhebt. Zu gewissen Zeiten überwiegen also die Konsumenten, zu anderen Zeiten die Produzenten ganz bedeutend. Im Oktober und Mai halten sich beide dem Volumen nach das Gleichgewicht. Im kältesten Monat, im Februar ist der Anteil der Produzenten am geringsten. Es läßt sich daher nach dem Verhältnis, in dem die Massen der Pflanzen und Tiere zueinander stehen, eine Einteilung des Jahres vornehmen, indem, wie die beistehende Zusammenstellung ergibt, in den Wintermonaten Dezember, Januar, Februar die Pflanzen weniger als $\frac{1}{3}$ der Gesamtmasse ausmachen, in den Monaten November und März ihr Anteil sich über $\frac{1}{3}$ erhebt aber $\frac{1}{2}$ noch nicht erreicht und im ganzen übrigen Jahre die Pflanzen $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ des Planktonvolumens bilden. Die Winterzeit fällt aber mit der allgemeinen Tief-Zeit der Jahresentwicklung des Auftriebs, das übrige Jahr mit der allgemeinen Hoch-Zeit zusammen. November und März bilden, wie sich hier zeigt, die Übergangszeiten von der einen zur anderen.

Beteiligung der Pflanzen an der Planktonmasse (in cmm).

1905—1906	VIII ²⁾	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹⁾	Durchschnittsmasse für		
														IV—X	XI u. III	XII—II
a) Masse der Pflanzen	109	82	43	26	10	5,4	3,5	10	39	46	62	52	51	60,5 cmm	18 cmm	6,0 cmm
b) „ der Tiere	46	68	45	37	25	16	15	19	13	49	22	32	32	38,5 cmm	28 cmm	19,0 cmm
c) Summe:	155	150	88	63	35	21	19	29	52	95	84	84	83	99,0 cmm	46 cmm	25,0 cmm
d) Prozentanteil der Pflanzen an der Summe:	70,5	54,5	49,5	41,5	28,5	25,5	18,0	34,5	75	48,5	74	62	61,5	62 %	38 %	24 %
e) Prozentanteil der Tiere an d. Summe:	29,5	45,5	50,5	59,5	71,5	74,5	82,0	65,5	25	51,5	26	38	38,5	38 %	62 %	76 %

Die Pflanzen werden also viel stärker als die Tiere von dem jahreszeitlichen Wechsel betroffen; während der Tief-Zeit ist ihre Abnahme, während der Hoch-Zeit ihre Zunahme viel beträchtlicher. Die Kurve 2 auf Taf. XVI läßt dies ebenfalls deutlich erkennen. Neben dem starken Überwiegen der Tiere ist für die Tief-Zeit im Winter aber das Verhalten einzelner Organismen noch besonders charakteristisch. Zunächst wird bei den Copepoden, wie auf Seite 308 und 309 näher nachgewiesen wurde, der Nachwuchs auf ein Minimum herabgesetzt, indem die Zahl der Eier und der Larven rapide sinkt und im Plankton, im Gegensatz zu dem ganzen übrigen Jahre die Geschlechtstiere und Copepoditen überwiegen! Auf der anderen Seite erreichten die Larven der auf dem Meeresboden lebenden Spioniden gerade in den Winter-

¹⁾ Die auf Tabelle A angegebenen wahrscheinlichen Mittelwerte aus den einzelnen Fangtagen ergaben 54% Pflanzenmasse.

monaten ihre stärkste Entwicklung (Taf. XVI, Kurve 8; statt Spioniden-Larven ist versehentlich Polydora-Larven geschrieben; pag. 316). Nun finden sich allerdings auch unter den Protozoen einige wenige Formen (*Tintinnopsis beroidea*, Monadine mit Rückenfurche), die ebenso sich gerade im Winter stark entwickeln, aber der Masse nach erlangen sie keine Bedeutung, und dasselbe gilt in noch höherem Grade von denjenigen Pflanzen, die trotz der Ungunst der Wintermonate sich den Winter hindurch in hoher Volkszahl erhalten oder gar während dieser Zeit kulminieren, wie *Rhodomonas pelagica*, *Amphidinium rotundatum*, *Melosira borreri*. Das Verhalten der Spioniden-Larven beweist jedoch, daß sie trotz des tiefen Herabgehens der Pflanzenmasse doch im Winter noch ausreichende Nahrung im Meere finden müssen; diese Nahrung besteht nach Leschke in kleinsten mikroskopischen Auftrieborganismen, die sie durch Wimpern der Mundhöhle in dieselbe hineinstrudeln, und die also doch schon sehr zahlreich im Meerwasser vorhanden sein müssen, um auf diese Weise erbeutet zu werden.

Es kommen nun allerdings während des Winters große Mengen von kleinen Gymnodinien (237 000 in 100 Litern im Januar), nackten Chrysomonadinen (250 000), Botryococcus (1 100 000) und besonders von *Rhodomonas pelagica* (6 000 000) vor; zählt man alle diese kleinen chromophyllführenden Zellen im Januar zusammen, so erhält man rund 8 000 000 für 100 Liter und also für 1 Spioniden-Larve (220 in 100 Liter) 36 000 Pflanzenzellen. Soll diese Nahrung, wenn dieselbe bei einem Vermehrungsfuß von 1,3 sich in 3 Tagen erneuert, nicht vernichtet werden, sondern auf der Durchschnittshöhe erhalten bleiben, so darf täglich nur $\frac{1}{3}$ derselben zerstört werden, das wären also 12 000 Zellen pro Larve. Das Volumen derselben würde rund 3 600 000 $c\mu$ ausmachen, mithin $\frac{1}{3}$ einer Spioniden-Larve (11 000 000 $c\mu$). Wovon die Copepoden sich nähren, ist leider noch immer nicht sicher festgestellt. Nach Mielcks Angaben finden sich in ihrem Darne zahlreiche kleinste Thalassiosiren, die der *Thalassiosira nana* ähnlich sind; Hensen fand dagegen „trotz vielen Suchens“ keine Andeutung geformter Substanz in dem Darne, ausgenommen, daß ganz vereinzelt einmal ein kleiner Diatomeenpanzer beobachtet wurde, der aber als zufällige Beimengung angesehen werden mußte. Durch Experimente versuchte Hensen den Nachweis zu erbringen, daß die Copepoden sich von Ceratien ernähren, deren Panzer sie vielleicht mit ihren reich beborsteten Gliedmaßen entfernen (Über das Plankton, pag. 94 und 95). Es bleibt aber immerhin möglich, daß sie mittelst der Borsten die sperrigen Chaetoceras, Rhizosolenia und ähnliche Formen von ihrer Mundöffnung fern halten und kleine nackte oder doch nicht gepanzerte Peridineen und andere Euflagellaten neben den Ceratien als Nahrung aufnehmen. Rechne ich aber mit Hensen nur die Ceratien des Januar als Nahrung für die Copepoden, so würden auf jeden Copepoden (3200) 19 Ceratien und also eine Tagesration von 6 Zellen kommen (Hensen rechnete 12). Das Volumen dieser Tagesnahrung aber würde $\frac{1}{10}$ eines Copepoden ausmachen (600 000 $c\mu$ und 5 500 000 $c\mu$), während die von Hensen nach seinen Versuchen angenommene Ration $\frac{1}{6}$ sein würde. Da indessen die Copepoden, wie die stetige Abnahme der Eizahl in den Eierhaufen der ♀ und das Zurückgehen der Nauplien beweist, im Winter zweifellos unter sehr ungünstigen Verhältnissen leben, dürfte dieses Verhältnis vielleicht nicht ganz unrichtig sein. Sehr günstig erscheint im Vergleich hierzu die Ration für die Spioniden; aber in Wirklichkeit fressen ja an dem pflanzlichen Auftrieb außer den

Copepoden und Spioniden noch Protozoen, deren Einfluß allerdings unbedeutend erscheint, und zahlreiche Bodentiere, so daß jene Tagesration noch kleiner sein muß, als die Rechnung ergab. Es ergibt sich ferner, wenn man für alle Metazoen die sehr kleine Tagesration von $\frac{1}{10}$, für alle Protozoen eine solche von $\frac{1}{2}$ ihres eigenen Volumens annimmt, und ferner voraussetzt, daß stets nur $\frac{1}{3}$ der vorhandenen Produzenten-Masse täglich verzehrt wird, wie die folgenden Zahlen zeigen, daß im Januar und Februar ein Defizit an Nahrung eintreten müßte.

Volumen in cmm für 100 Liter	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Durchschnitt
1. Produzenten zur Verfügung als Nahrung . .	35	27	14	9	3,5	3	1	3	13	14	20	17	16	13,5
2. Tagesbedarf der Konsumenten	6	8	5,5	4,5	2,5	1,8	1,8	2,4	2	5,5	4,0	4,5	4,3	4,1
3. 1—2	+29	+19	+8,5	+4,5	+1,0	-1,2	-0,8	+0,6	+11	+8,5	+16	+12,5	+11,7	+9,4

Obwohl hier also nur die Planktontiere als Fresser gerechnet und deren Tagesration sehr klein angenommen ist, stellt sich doch im Winter ein Defizit an Nahrung heraus. Da nun in Wirklichkeit ein derartiges Defizit, wie die Spioniden-Larven und *Tintinnopsis beroidea* beweisen, nicht existieren kann, so muß man nach einer weiteren Nahrungsquelle für die Planktontiere suchen und die ist, wie mir dünkt, in dem überall im Meere verbreiteten Detritus in großer Menge gegeben. Während das Netz den Detritus fast vollständig passieren läßt und nur in sehr stark verunreinigten Küstengewässern größere Mengen davon zurückhält, wird man ihn bei den Filterfängen und den Centrifugierungen nie vermissen. Auch auf hoher See stellt er sich ein und in Küstennähe kann er sehr lästig werden und einen großen Teil des Fanges ausmachen. Leider besitzen wir bisher kein Mittel, die Menge dieses nicht nur als Nahrung, sondern auch als Material für die Bildung der Bodensedimente sehr wichtigen Bestandteiles der Planktonfänge gesondert zu bestimmen. Doch wäre eine gründliche Untersuchung des im Meere schwebend vorhandenen, planktonischen Detritus entschieden von großem Werte. Neben anorganischen Mineralpartikeln enthält er viele in Zersetzung begriffene pflanzliche und tierische Partikeln, die wahrscheinlich einem Teil der Meeresbakterien das Substrat zu Wucherungen liefern. In dem flachen Küstenwasser bei Laboe ist die Masse des Detritus recht groß und es wäre denkbar, daß die hemipelagischen Spioniden-Larven während der Wintermonate einen Teil ihres Nahrungsbedürfnisses eben mit seiner Hülfe decken, während die echt pelagischen Copepoden und speziell die dominierende *Oithona similis* den Detritus nicht in größerer Menge zu verarbeiten vermöchten aber außer den Ceratien die übrigen kleinen, vorher als Spioniden-Nahrung aufgeführten Pflanzen verzehrten.

Überhaupt ist die Bedeutung der verschiedenen Planktonpflanzen für die Ernährung der Tiere noch sehr wenig geklärt. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß außer den auch durch das Müllergaze-Netz zahlreich erbeuteten größeren Diatomeen und Peridineen noch eine recht erhebliche Menge kleinerer Pflanzen im Meere vorkommt, die zum Teil eine sehr große

Bedeutung ihrem Volumen nach erlangen. In erster Linie gehört dahin der häufigste Organismus, der von mir überhaupt gefunden wurde, *Skeletonema costatum*, dann von den Peridineen: Prorocentrum, Heterocapsa, Glenodinium und alle Gymnodinien, schließlich Rhodomonas und Eutreptia. Man braucht sich nur aus den Kurven 4—6 auf Tafel XVI den Anteil dieser Formen entfernt zu denken, um die Bedeutung dieses Zuwachses an Produzenten zu ermessen. Es kommt aber hinzu, daß von allen Planktonpflanzen die in den Netzfängen dominierenden und in der Tat ihrem Massenaufreten nach sehr wichtigen Chaetoceras durch ihre langen, sperrig abstehenden Kieselborsten und den geringen Nährwert der einzelnen Zellen als Nahrung für die Planktontiere von sehr zweifelhaftem Werte sind; etwas besser scheinen schon die Sceletonemen durch ihren absteher Borsten entbehrenden sehr zarten Panzer und die dünnen, leicht zerfallenden Ketten zur Nahrung geeignet; die beste Nahrung aber wird offenbar durch die von dichtem Plasma erfüllten und nur mit einem Zellulose-Panzer umhüllten Peridineen und die übrigen Euflagellaten gebildet. Dafür, daß die Diatomeen wenig von den Planktontieren gefressen werden, sprechen vor allem zwei Beobachtungen: erstens findet man im Darm der Planktontiere meist Diatomeen nur spärlich und selbst dann nicht Chaetoceras, sondern kleine Melosiren- und Thalassiosiren-Bruchstücke; Skelette sind, von Coccolithophoriden abgesehen, überhaupt nicht allzu häufig, die Hauptmasse des Darminhaltes ist bei Copepoden wie bei Appendicularien eine körnige, dichte, bräunliche oder grünliche Masse, die sehr wohl durch die Verarbeitung von Peridineen und nackten Pflanzenzellen gebildet sein kann. Eine Ausnahme machen die eigentlichen Räuber, wie die Synchaeten, Sagitten und Turbellarien, deren Darm häufig Tintinnen-Gehäuse enthält, auf die diese Tiere, wie es scheint, besonders Jagd machen; so fand ich bei Synchaeta einmal 5 *Tintinnopsis nucula* und im Sagittendarm wiederholt 3 *Tintinnopsis nucula* oder *ventricosa*. Zweitens aber ist sehr beachtenswert, daß diejenige Metazoengruppe, welche nächst den Copepoden im Plankton der Hochsee am zahlreichsten auftritt, die der Appendicularien komplizierte Apparate ausbildete, um die Chaetoceras und andere sperrigen Diatomeen fern zu halten und nur die kleinsten, rundlichen oder gedrungenen Thalassiosiren, Peridineen, Coccolithophoriden und andere Pflanzen als Nahrung zu sammeln. Der Vorteil, den diese Nahrung gewährt, muß also ein sehr großer sein. Hiermit wird auch der Einwand entkräftet, daß diese kleinen Pflanzenformen nur in unmittelbarer Küstennähe eine solche Häufigkeit besäßen, um als Nahrung Bedeutung zu gewinnen. Die Arten werden natürlich vielfach auf hoher See andere sein als in den Küstengewässern und besonders als in der Ostsee, aber die Gattungen und Familien werden meist die gleichen sein und es werden außerdem sicher manche hier fehlenden Formen neu hinzukommen. Im nordatlantischen Ozean zwischen dem Kanal, den Azoren und New-York fand ich überall auf hoher See Gymnodinien und Coccolithophoriden, vielfach sehr häufig; daneben nackte Chrysomonadinen, Cryptomonadinen und zahlreiche kleine Peridineen, wie Exuviaella, Glenodinium, Oxytoxum, Pyrgidium usw. Leider kannte ich damals noch nicht die Brauchbarkeit der Centrifuge, so daß mir keine quantitativ vergleichbaren Werte vorliegen. Es wäre aber von großem Interesse aus einem Gebiete der Hochsee mit möglichst gleichmäßigen Existenzbedingungen solche Angaben zu erhalten.

Im Durchschnitt der ganzen Jahresentwicklung übertreffen die Pflanzen die Tiere an Masse um 8—12%, also etwa um $\frac{1}{10}$. Ist im Winter das Übergewicht der Tiere am gewaltigsten, so überwiegen umgekehrt im Ausgange des Winters während der Frühjahrs-wucherung der Diatomeen und im Sommer vom Juni bis August die Pflanzen ganz erheblich an Masse die Tiere (cfr. Tabelle pag. 345). Die Ursache liegt, wie die Kurven 4, 5, 8 auf Taf. XVI zeigen, in den sich folgenden Hoch-Zeiten der Planktonpflanzen und der niedrigen Volkszahl der Copepoden, die während der Winterzeit und der Periode des warmen schwachsalzigen Wassers in ihrer Entwicklung gehemmt sind. Nur kulminieren im Mai die Frühjahrs-, im September die Herbst-Copepoden und führen dazu, daß Pflanzen- und Tiermasse sich etwa das Gleichgewicht halten. Im Herbst folgt das Ansteigen der Copepodenmasse der Kulmination der Peridineen und Diatomeen und beschreibt im weiteren Verlauf im wesentlichen dieselbe Bahn wie die Kurve der Ceratien. Im Frühjahr setzt die Zunahme in der zweiten Hälfte der Chaetoceras-Wucherung ein und erreicht ihr Maximum während der Sceletonema-Hoch-Zeit. Es ist möglich, daß in beiden Fällen eine Einwirkung der Pflanzen-Hoch-Zeiten auf die Copepodenentwicklung besteht; aber es besteht andererseits eine deutliche Beziehung der letzteren zu den hydrographischen Verhältnissen, wie schon weiter oben gezeigt wurde, indem die Frühjahrs-Copepoden mit dem Erscheinen des schwachsalzigen, die Herbst-Copepoden mit dem Schwinden desselben und dem Auftreten des schwersalzigen Bodenwassers ihre schnelle Zunahme beginnen. Es läßt sich also höchstens für den Winter eine Abhängigkeit der Entwicklung der Tiermasse von der Pflanzenmasse nachweisen, aber selbst hier wirken die hydrographischen Verhältnisse sicher gleichzeitig hemmend ein, indem die starke Erniedrigung der Wassertemperatur den meisten Arten schädlich ist. Beachtenswert ist, daß die Frühjahrs-Copepoden während ihrer Hoch-Zeit fast gar keine Ceratien zur Verfügung haben und also sicher mit anderer Nahrung sich sättigen müssen. Vielleicht hat daher die vom März bis Juni dominierende Acartia überhaupt eine andere Nahrung als die übrigen Copepoden.

Volumen von Oithona und Acartia, 1905/06.. (cmm, 100 Lit.)

Copepoditen und Geschlechtstiere	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹	Summe der Monatsmitt.
1. Oithona	5	6,5	9	12	9	5	3	2	1	2,5	1	1	2,5	58,5
2. Acartia	3	5	3	2	2,5	0,5	0,5	2	1,5	7,5	1,5	1	0,5	30,5

Die Jahresentwicklung des Gesamtplanktons ist in ihren allgemeinen Zügen aus den Existenzbedingungen verständlich. Im Winter bedingt der Lichtmangel und die sehr starke Abkühlung des Wassers (bis auf 1,3°) einen allgemeinen und sehr starken Rückgang der Pflanzen und, wenngleich in viel schwächerem Grade, auch der Tiere, deren Fruchtbarkeit auf ein Minimum sinkt. Im Frühjahr beginnt eine allgemeine Steigerung der Produktion, die zunächst zu einer Kulmination der Chaetoceras und Thalassiosiren führt. Durch das Vordringen des schwachsalzigen Wassers der östlichen Ostsee wird dieser Wucherung ein Ende bereitet und sie abgelöst durch die Hoch-Zeit der gegen niedrigen Salzgehalt weniger empfindlichen

Acartia, Sceletonema und Tintinnopsis. Mit der zunehmenden Erwärmung des Wassers und der vorschreitenden Abnahme des Salzgehaltes brechen auch diese Kulminationen ab, während Schizophyceen (Anabaena), Heterocapsa, kleine Gymnodinium-Arten, Eutreptia, Podon und Synchaeten eine große Häufigkeit erreichen. Mit dem Ende dieser Periode des schwachsalzigen Wassers und dem Auftreten des starksalzigen Bodenwassers im August schwindet auch diese Organismenwelt und es erreichen Ceratium, Prorocentrum, späterhin im September bis Oktober Podon, Sagitta, Oithona und andere Copepoden und zum zweiten Male Chaetoceras und Sceletonema ihre Kulminationen, die dann allmählich mit abnehmender Temperatur nach dem Winter zu abfallen und in die Tief-Zeit der drei kalten Monate Dezember, Januar, Februar übergehen.

Im allgemeinen ist das Plankton bei Laboe entschieden als einheimisch zu betrachten und selbst diejenigen Formen, die nicht das ganze Jahr zur Beobachtung kommen, werden doch, wie vereinzelte Funde andeuten, in geringer Zahl sich im Gebiet erhalten und vielleicht schon weiter draußen in der Kieler Bucht oder an deren westlichen Zugängen zu dem perennierenden Plankton gehören. Aber die verschiedenen Formen sind aus verschiedenen Gebieten her in ihr jetziges Wohngebiet eingewandert und haben danach sehr verschiedenen biologischen Charakter. Die Mehrzahl, wie *Oikopleura dioica*, *Sagitta bipunctata*, *Oithona similis*, *Pontosphaera huxleyi*, *Guinardia baltica* usw. haben ihr Verbreitungszentrum in der Nordsee oder im Atlantischen Ozean; auf sie wirkt im allgemeinen die starke Abnahme des Salzgehaltes im Sommer und die starke Abnahme der Temperatur im Winter schädigend ein; je nachdem sie daher nur im Herbst (*Oikopleura dioica*, *Pontosphaera*) oder das ganze Jahr hindurch im Meere bei Laboe vorkommen, prägen sich in ihrer Jahreskurve 1 oder 2 Tief-Zeiten und demnach auch 1 oder 2 Hoch-Zeiten aus. Eine Minderzahl stammt aus der östlichen Ostsee und ist wohl zugleich vielfach in den brackigen, inneren Teilen des Hafens z. B. in der Swentine-Mündung einheimisch; sie entwickelt sich in der schwachsalzigen Periode des Sommers am besten (Anabaena, kleine Gymnodinium-Arten, Notolca, Sternhaarstatoblast usw.). Endlich hat *Ceratium tripos balticum*, wie Hensen zuerst nachwies, in der westlichen Ostsee selbst sein Verbreitungszentrum und ist also als endogene Art sens. strict. zu betrachten. Als Varietät des atlantischen *Ceratium tripos* verhält es sich im allgemeinen trotzdem wie die übrigen Ozeanformen; doch ist es weniger empfindlich gegen die Abnahme des Salzgehaltes.

Die Entwicklung aller dieser Formen ist jahreszeitlich bestimmt und im allgemeinen in eine winterliche Tief-Zeit und 1 oder 2 Hoch-Zeiten während des übrigen Jahres geschieden. Für die Ausbildung der 2 Hoch-Zeiten scheint bei Kiel das Auftreten des schwachsalzigen Wassers im Sommer von Bedeutung zu sein. Wie schon Hensen nachwies sind die Diatomeen dagegen weit empfindlicher als die Peridineen, die dafür mehr der Wärme bedürfen.

Das jährliche Auftreten von Larven, deren Geschlechtsstadien der westlichen Ostsee vollständig fehlen, wie das der Gymnosomen- und der Proteolepas-Larve beweist nun aber, daß regelmäßig Plankton von Gebieten außerhalb der Bucht (aus der Gegend der Belte) bis vor den Kieler Hafen und in denselben hinein getrieben wird. Nur an diesen Larven läßt sich jedoch erkennen, daß sie Gäste in dem übrigen Plankton sind; mit ihnen

zugleich müssen auch alle die anderen Pflanzen- und Tierarten hereingetrieben werden, die wir aber, da sie denselben Arten wie die einheimische Planktonwelt angehören, nicht von diesen letzteren zu unterscheiden vermögen. Jedoch tritt die Zusammensetzung des Laboer Planktons aus zwei verschiedenen Bevölkerungsschichten zuweilen hervor, indem mit dem Vordringen des salzreichen Bodenwassers, dem dieser Transport zuzuschreiben ist, einzelne Arten, die kurz vorher schon eine Hoch-Zeit gehabt haben, plötzlich von neuem zu wuchern beginnen, wie das oben (pag. 280 und 283) für *Heterocapsa* und *Dinophysis* näher ausgeführt ist. Aus dieser Zusammensetzung der Planktonwelt der Kieler Bucht aber erklärt sich nun auch, wie die Jahresentwicklung von Jahr zu Jahr je nach dem stärkeren Vordringen des salzreichen Tiefenwassers oder des salzarmen Oberflächenwassers in hohem Grade wechseln und die Einwirkung der Jahreszeit mehr oder weniger durch diese Strömungsverhältnisse verdeckt werden kann.

Der Küstencharakter des Planktons bei Laboe kommt in der Bedeutung, die die Spioniden-Larven und *Tintinnopsis*-Arten erreichen deutlich zum Ausdruck; bezeichnend ist vor allem die

Zusammensetzung des Gesamtplanktons 1905—1906.

Organismengruppen	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Summe der Monatsmittel	Durchschnitt pro Fang
I. Individuenzahl (1=1000000 in 100 Litern)															
1. Planktonpflanzen *) mit Chromophyll.	19,7	157,0	47,8	9,0	7,1	8,2	7,9	17,8	110,5	218,9	275,8	61,6	33,7	975,0	75,0
a) Aflagellaten	4,4	140,5	44,7	2,2	4,6	1,5	1,6	5,3	102,3	213,8	255,0	8,2	15,0	799,1	61,5
b) Euflagellaten	15,3	16,5	3,1	6,8	2,5	6,7	6,3	12,5	8,2	5,1	20,8	53,4	18,7	175,9	13,5
2. Planktonpflanzen ohne Chromophyll.	3,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,3	1,2	1,3	0,6	0,2	0,2	0,3	8,2	0,6
Zahl aller Pflanzen	22,9	157,2	47,9	9,1	7,2	8,6	8,2	19,0	111,8	219,5	276,0	61,8	34,0	983,2	75,6
1. Protozoen	2,1	2,7	1,1	1,1	0,7	1,3	1,2	0,9	1,3	1,1	1,7	1,0	3,1	19,3	1,5
2. Metazoen	0,02	0,02	0,02	0,01	0,006	0,004	0,005	0,006	0,006	0,03	0,007	0,04	0,008	0,2	0,01
Zahl aller Tiere	2,1	2,7	1,1	1,1	0,7	1,3	1,2	0,9	1,3	1,1	1,7	1,0	3,1	19,5	1,5
Es kamen Pflanzenzellen auf 1 Protozoon.	11	64	53	8	10	7	7	25	93	216	169	65	11	.	57
„ 1 Metazoon	1150	6690	2040	730	1310	2470	1810	3180	20300	7840	34500	1670	4520	.	6790
II. Rechenvolumen (cmm in 100 Litern)															
1. Planktonpflanzen mit Chromophyll.	105,4	81,0	41,7	25,9	9,7	5,0	2,9	9,4	38,0	42,7	61,1	50,9	49,1	522,8	54,5
a) Aflagellaten	4,2	45,1	12,8	1,8	0,7	0,4	0,5	4,0	34,9	39,2	37,0	1,2	5,6	187,4	19,5
b) Euflagellaten	101,2	35,9	28,9	24,1	9,0	4,6	2,4	5,4	3,1	3,5	24,1	49,7	43,5	335,4	35,0
2. Planktonpflanzen ohne Chromophyll.	4,1	1,2	0,8	0,3	0,2	0,4	0,2	0,8	1,0	3,5	1,2	1,0	1,4	16,1	1,7
Volumen aller Pflanzen	109,5	82,2	42,5	26,2	9,9	5,4	3,1	10,2	39,0	46,2	62,3	51,9	50,5	538,9	56,2
1. Protozoen	6,4	6,1	4,5	3,2	1,7	1,0	2,6	2,9	4,1	3,2	7,4	5,7	4,5	53,3	5,5
2. Metazoen	40,0	62,1	41,2	33,9	22,7	14,8	11,9	15,7	9,3	46,3	15,4	26,3	27,6	367,2	38,3
Volumen aller Tiere	46,4	68,2	45,7	37,1	24,4	15,8	14,5	18,6	13,4	49,5	22,8	32,0	32,1	420,5	43,8

*) 1 Schizophyceen-Faden = 50 Zellen, 1 Botryococcus-Kolonie = 100 Zellen gerechnet.

schnelle Abnahme fast aller Larven von Bodentieren im Plankton, sobald man über Laboe hinaus geht und vor Bülck oder auf dem Stoller-Grunde fischt (pag. 321). Um so wichtiger ist der Nachweis, daß die hydrographischen Verhältnisse bei Laboe genau die gleichen sind wie auf Gabelsflach und Stollergrund (pag. 223) und daß selbst Gäste wie *Proteolepas*, Gymnosomen-Larve, *Noctiluca miliaris* hier gefunden werden. Überhaupt weicht das Plankton bei Laboe nicht durch das Fehlen von Formen, sondern nur durch die größere Häufigkeit einzelner im flachen Küstenwasser besonders gut gedeihender Arten von dem Plankton außerhalb des Hafens ab. In dieser Beziehung hat sich also unsere Station im Fahrwasser vor Laboe durchaus bewährt.

Zum Schluß gebe ich noch eine Zusammenstellung der Individuenzahlen und Volumina der großen Organismengruppen während des Jahreslaufes (S. 351). Bei den Pflanzen sind die chromophyllführenden Formen von den chromophyllfreien Formen getrennt aufgeführt. Auch ist angegeben wieviel Pflanzenzellen in jedem Monat sowie im Jahresdurchschnitt auf 1 Protozoon und auf 1 Gewebstier kamen. Bei den Volumina finden sich in der letzten Kolonne die Prozentanteile jeder Gruppe an der Masse des Gesamtplanktons aufgeführt.

Hier mag noch angeschlossen werden eine Aufzählung der 20 dem Volumen nach im Plankton bei Laboe dominierenden Organismen in der Reihenfolge ihrer Massenentwicklung:

N a m e	Summe der Monatsmittel	N a m e	Summe der Monatsmittel
1. Copepoden (alle) . . .	254,5 cmm	11. Paracalanus	27,5 cmm
2. <i>Ceratium tripos</i>	157,0 „	12. Heterocapsa	27,0 „
3. <i>Skeletonema costat.</i> . . .	82,5 „	13. Temora	26,5 „
4. Chaetoceras (alle)	62,0 „	14. Podon	26,5 „
5. <i>Oithona similis</i> *)	58,5 „	15. <i>Ceratium fusus</i>	25,0 „
6. Gymnodinium, kl. F., m.		16. Synchaeta	20,0 „
Chrom.	40,0 „	17. Eutreptia	18,0 „
7. <i>Prorocentrum mic.</i>	38,0 „	18. <i>Tintinnopsis nucula</i> . .	17,0 „
8. Polychaeten (alle)	36,5 „	19. Centropages	14,5 „
9. Tintinnoideen (alle)	33,0 „	20. Temorella	13,0 „
10. Acartia*)	30,5 „		

* = Copepodit u. Geschlechtstiere

Als wahrscheinlicher mittlerer Wert für die Menge der Pflanzen und Tiere im Fang ergibt sich nach den auf Tabelle A gegebenen Zahlen ein Rechenvolumen von 53,3 cmm. Auf 1 Quadratmeter Meeres-Oberfläche würde sich danach ein Rechenvolumen von 8000 cmm oder 8 ccm berechnen lassen. Ich habe versucht diesen Wert mit den von Hensen und Brandt angegebenen Trockengewichten zu vergleichen, indem ich das Verhältnis des Rechenvolumens zu dem Setzvolumen feststellte und daraus nach den von Brandt angegebenen Vergleichswerten zwischen Setzvolumen von Netzfängen und deren Trockengewicht letzteres ableitete. Aber es ergibt sich, wie zu erwarten war, daß weder das Verhältnis zwischen Rechen- und Setzvolumen noch auch das zwischen Setzvolumen und Trockengewicht ein auch nur annähernd

konstantes, sondern ein in bestimmter Richtung sich änderndes ist. So steigt das Gewicht für 50 ccm Netzfang-Setzvolumen bei Fängen von 0,5—5,1 ccm Volumen (mittleres Netz) kontinuierlich von 0,6 auf 1,7 gr, um dann bei den Fängen mit sperrigem Diatomeen-Material von 34 ccm auf 0,2 und weiterhin fortwährend tiefer bis auf 0,04 gr bei 213 ccm Setzvolumen¹⁾ zu fallen. In ähnlicher Weise ist das Rechenvolumen für Netzfänge von dem Setzvolumen unter 1 ccm im Durchschnitt 17 mal, für solche von 3—8 ccm durchschnittlich 61 mal, für Fänge von 15—130 ccm 154 mal und bei 81 ccm Volumen gar 1350 mal kleiner als das Setzvolumen. Hierdurch wird natürlich die ganze Rechnung außerordentlich unsicher, und ich habe daher von der Ermittlung des ungefähr dem obigen Werte entsprechenden Trockengewichtes ganz absehen müssen. Ein Vergleich mit den früheren Untersuchungen läßt sich aber dadurch ermöglichen, daß nach dem auf Seite 207 Gesagten das Rechenvolumen der Netzfänge sich zu dem Gesamtplankton bei 11 möglichst verschieden großen Fängen verhielt wie 1 : 1,1—4,6 und im Durchschnitt wie 1 : 2,2. Man wird danach wohl annehmen können, daß die oben gefundenen 8 ccm Rechenvolumen des Gesamtplanktons einen Mehrnachweis von 4,4 ccm Plankton pro Quadratmeter bedeuten und mit den Netzfängen bisher nur 3,6 ccm Plankton in der gleichen Wassermasse nachgewiesen waren.

IV. Der Vergleich der Planktonentwicklung bei Laboe 1905—1906 mit derjenigen anderer Jahre in der Kieler Bucht.

Es liegen hier im wesentlichen drei Beobachtungen vor; die älteste rührt von Hensen her und betrifft das Jahr 1884/85²⁾; ferner haben Brandt und Apstein während der Jahre 1889—1893 in etwa monatlichen Abständen Planktonfänge ausgeführt, über deren Ergebnisse aber leider nur ganz Weniges bisher veröffentlicht ist³⁾; endlich kommen diejenigen Fänge in Betracht, welche ich selbst vom April bis August 1905 machte und die mit den Fängen der gleichen Zeit im Jahre 1906 vergleichbar sind.

Die Resultate der Terminfahrten der internationalen Meeresforschung erwiesen sich hierfür nicht verwertbar, da die einzelnen Termine viel zu weit auseinander liegen, um sichere Feststellungen über die jahreszeitliche Entwicklung des Auftriebs zu geben. Für die Erkenntnis der geographischen Verbreitung der Organismen in der Ostsee haben sie zweifellos große Bedeutung und gerade hier tritt der Wert quantitativer Feststellungen klar hervor, indem die geographische Lage der Häufigkeitsmaxima für die einzelnen Arten sehr charakteristisch ist. So kulminierte nach den Tabellen Drivers (dieser Band) 1905 *Oithona similis* im Kleinen Belt, Centropages und Paracalanus auf dem Stollergrunde, Temora und Temorella über der Kadettrinne und Acartia bei Bornholm. Räumlich liegen die Stationen eben dicht genug, die Zeitabstände aber sind viel zu groß, so daß nie entschieden werden kann, ob ein jahreszeitliches Maximum einer Art getroffen ist oder nicht. So kulminierte *Ceratium fusus* und *tripos* nach denselben Tabellen 1905 in der Kieler Bucht erst im November, während sie nach meinen Beobachtungen bei Laboe schon im August ihr Maximum erreichten.

¹⁾ Nach den von Brandt (Diese Zeitschrift, Abt. Kiel, Bd. III, pag. 75) gegebenen Werten ermittelt.

²⁾ V. Bericht d. Kommission, 1887, Über das Plankton, pag. 1—109.

³⁾ Siehe Seite 356.

Vergleiche ich jedoch die einzelnen Tage, an denen dort gefischt wurde mit denselben Tagen bei Laboe, so finde ich auch bei Laboe eine viel höhere Zahl von Ceratium im November (260 000 *tripos* und 53 000 *fuscus*) als im August (63 000 *tripos* und 25 000 *fuscus*).

Was nun zunächst meine eigenen Vergleichsfänge betrifft, so haben dieselben vor denjenigen von Hensen, Brandt und Apstein den Vorteil, daß sie in kürzeren Zwischenräumen und außer mit dem Netz auch noch mit dichten Filtern gewonnen wurden. Die Centrifugenergebnisse waren damals noch nicht so zuverlässig wie seit dem 24. VIII. 05; weil zum Teil eine andere Centrifuge genommen und auch weniger intensiv centrifugiert wurde. Der wesentliche Unterschied zwischen Frühjahr und Sommer 1905 und 1906 (10. V., 14. VI., 5. und 19. VII., 2., 9., 17. VIII. 05 und die entsprechenden wöchentlichen Fänge vom 9. V.—17. VIII. 06) bestand nun, wie die hydrographischen Profile auf Tafel XI zeigen, darin, daß 1905 die Periode des schwachsalzigen Wassers (Wasser 1,4‰ und weniger) nur 43, 1906 aber 119 Tage dauerte, also fast 3mal kürzer war. Dementsprechend drang auch das schwachsalzige Wasser 1905 nur bis auf 10 m, 1906 aber bis unter 14 m in die Tiefe vor und führte 1905 zu einem Minimum von nur 1,28‰ an der Oberfläche, 1906 dagegen zu einem solchen von weniger als 1‰ (0,99‰). Neben dem Salzgehalt zeigte auch die Temperatur einen wesentlichen Unterschied in beiden Jahren, indem 1905 das kalte, nur 10° oder weniger aufweisende Tiefenwasser schon in der zweiten Hälfte des Juni ganz schwand und nur vorübergehend im Juli in 15 m Tiefe wieder erschien, 1906 dagegen während der ganzen Periode über dem Boden sich hielt und mehrfach über 10 m emporstieg. Vergleicht man nun die in nebenstehender Tabelle oder in Tabelle B gegebenen Zahlen für die wichtigeren Planktonorganismen von 1905 mit denen von 1906, so stellt sich heraus, daß zwar, wie von vornherein zu erwarten war, die atlantischen Formen 1905 zahlreicher als 1906 auftraten und die 1906 in dem stark erwärmten, schwachsalzigen Wasser besonders gut gedeihenden Formen, wie *Anabaena*, *Tintinnopsis nucula*, *Tintinnidium mucicola*, *Synchaeten*, umgekehrt 1905 spärlicher erschienen, aber zunächst ist diese Wirkung keine durchgreifende und zweitens zeigt sich bei einer Reihe von Formen überhaupt gar kein Einfluß, der auf den Unterschied in diesen hydrographischen Verhältnissen zurückzuführen wäre. *Chaetoceras* (160 000 : 38 000), *Skeletonema* (66 000 000 : 3 100 000), *Prorocentrum* (1 300 000 : 254 000), *Dinophysis acuta* (200 000 : 19 000) sind 1905 erheblich häufiger; *Tintinnopsis nucula* (8700 : 210 000), *Synchaeta* (11 000 : 3200, aber Maximum 24 000!), *Anabaena* (5600 : 320 000) sind umgekehrt 1906 viel zahlreicher. Die Gymnosomen-Larve trat 1906 nur in wenigen Individuen im IV. und V. auf und fehlte im VI. und VII. ganz, 1905 hingegen wurden im VI. 250, im VII. noch 26 Exemplare beobachtet; der in der östlichen Ostsee häufige Sternhaarstatoblast wurde andererseits nur 1906 gefunden. Bei einer Reihe dieser Formen, die in der Häufigkeit ihres Auftretens den hydrographischen Unterschied erkennen lassen, ist aber der Verlauf ihrer Jahreskurve trotzdem nicht wesentlich geändert, worauf schon weiter oben bei Besprechung der einzelnen Arten wiederholt hingewiesen wurde, so bei *Anabaena baltica* (pag. 240), *Prorocentrum micans* (pag. 266), *Peridinium pellucidum* (pag. 282). Besonders auffällig ist diese Wiederkehr der gleichen Kurve bei *Heterocapsa triquetra* (pag. 280); aber auch *Exuviaella baltica* (pag. 265 und 266) zeigt dieselbe

Vergleich zwischen dem Plankton 1905 und 1906. (100 Liter.)

Namen der Organismen	IV	V	VI	VII	VIII
	12. 11. 1)	10. 9.	14. 13.	5. 4. 19. 18.	2. 1., 9. 9., 17. 17.
1. <i>Anabaena</i> 1905	—	—	—	5 600	15 000
1906	1 300	190	950	320 000	23 000
2. <i>Chaetoceras</i> 1905	300 000 000	7 100 000	29 000	160 000	57 000 000
1906	59 000 000	18 000 000	200 000	38 000	430 000
3. <i>Skeletonema</i> 1905	780 000	13 000 000	120 000	66 000 000	92 000 000
1906	16 000 000	190 000 000	246 000 000	3 100 000	11 000 000
4. <i>Rhizosolenia setigera</i> 1905	—	12 000	—	430	91 000
1906	240	1 800	—	230	470 000
5. <i>Rhizosolenia alata</i> . . 1905	—	15 000	20 000	29 000	96 000
1906	—	93	—	120	310
6. <i>Exuviaella baltica</i> . . 1905	31 000	620 000	52 000	63 000	43 000
1906	4 200	2 100 000	930 000	100 000	98 000
7. <i>Heterocapsa</i> 1905	—	10 000	1 600 000	34 000	970 000
1906	900	1 500	2 600 000	990 000	52 000
8. <i>Prorocentrum</i> 1905	—	100	1 800	68 000	1 300 000
1906	110	130	85	1 800	254 000
9. <i>Ceratium fusus</i> 1905	v.	110	8 400	36 000	57 000
1906	75	95	400	2 700	28 000
10. <i>Ceratium tripos</i> 1905	—	3 000	6 600	53 000	110 000
1906	400	350	16 400	114 000	268 000
11. <i>Peridinium pellucidum</i> 1905	20 000	150 000	12 000	2 100	8 100
1906	2 100	14 300	850	2 700	2 600
12. <i>Tintinnopsis helix</i> . . . 1905	—	3	—	330	3 600
1906	v.	v.	v.	560	220
13. <i>Tintinnus steenstrupi</i> . 1905	—	—	—	1 700	10 000
1906	—	—	—	7 400	19 000
14. <i>Notolca</i> 1905	—	—	—	—	—
1906	13	13	—	—	—
15. Junge Muscheln 1905	—	53 000	16 000	1 200	1 700
1906	84	6 100	1 700	55	390
16. Barbierbeckenstatoblast 1905	—	5	—	—	—
1906	2	6	1	—	—
17. Sternhaarstatoblast . . . 1905	—	—	—	—	—
1906	49	—	—	—	—
18. <i>Oikopleura dioica</i> . . . 1905	—	—	—	—	380
1906	—	—	—	—	—
19. Copepoden alle 1905	—	6 900	6 800	3 500	4 900
1906	3 600	12 000	2 700	1 800	2 900
20. <i>Temorella hirundo</i> . . . 1905	—	110	90	90	17
1906	10	67	38	25	4
21. <i>Oithona similis</i> , Erw. . . 1905	—	210	750	460	420
1906	360	850	290	270	530
22. Podon 1905	—	—	14	850	390
1906	—	3	66	220	50

Erscheinung. Überhaupt sind die Peridineen im allgemeinen wenig beeinflusst von den hydrographischen Verschiedenheiten beider Jahre (auch die *Ceratium*-Arten); unter den Metazoen ist bemerkenswert, daß die Planulae von *Aurelia* in beiden Jahren im Juli zuerst häufiger erscheinen (25 und 44); allerdings stieg dann im August ihre Menge 1905 ganz gewaltig (3800), während

1) In jedem Zahlenpaar bedeutet die Zahl links das Tagesdatum für 1905, die Zahl rechts das für 1906.

sie 1906 auch im August erst 44 Individuen betrug. Ebenso ist für 1905 das frühe Auftreten der Oikopleura und Coccolithophoriden bemerkenswert, zwei Formen, die gegen Sinken des Salzgehaltes empfindlicher als die meisten anderen Formen zu sein scheinen. Obwohl sich also der Einfluß der Verschiedenheiten beider Jahre in der Entfaltung des baltischen Stromes nicht verkennen läßt, ist doch der jahreszeitliche Einfluß im allgemeinen überwiegend.

Die Untersuchungen von Brandt und Apstein, die lediglich mit dem Müllergazennetz ausgeführt wurden, sind noch nicht veröffentlicht; die wenigen Angaben, die gelegentlich publiziert sind (Brandt, Verhandlungen d. Deutsch. Zoolog. Gesellschaft 1897, pag. 28—34; Leschke, diese Zeitschrift, Abt. Kiel, Bd. 7, pag. 116; Brandt, Tintinnoideen der Plankton-Expedition, Systemat. Teil, 1907, an verschiedenen Stellen) betreffen im wesentlichen das Setzvolumen (also das Auftreten der Chaetoceras), die Polychaeten und die Tintinnen. Aus den Volumina geht hervor, daß die Frühlings-Hoch-Zeit der Chaetoceras in ihrer Lage zwischen März und Mai schwanken kann und im Herbst die Kulmination gewöhnlich weit hinter ersterer an Bedeutung zurückbleibt. Doch kann bei den weiten Zeitabständen der Fangtage (etwa 4 Wochen) über die wirkliche Höhendifferenz der einzelnen Jahrgänge nichts Sicheres den Kurven entnommen werden. Für die Spioniden-Larven stellt sich auch nach diesen Fängen ein Überwiegen der Zahl im Winter heraus. Bei den Tintinnen ist zweifellos die Höhe des Fangverlustes, den Arten wie *Tintinnidium mucicola*, *Tintinnus acuminatus* und *subulatus* erleiden, sehr störend. *Tintinnus steenstrupi* z. B. wurde mit dem Müllergaze-Netz trotz seiner Häufigkeit nur ein einziges Mal beobachtet (Oktober 1891; loc. cit., pag. 438). Neben manchen Unregelmäßigkeiten im Auftreten ist aber doch im allgemeinen auch hier eine Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen zu erkennen, indem *Tintinnopsis campanula*, *Cyrtocylis helix* und *Tintinnus subulatus* vor allem im August bis Oktober kulminieren, *Tintinnus acuminatus* aber weit in den Winter hinein vorkommt.

Sehr interessant sind schließlich Hensen's Beobachtungen im Jahre 1884/85, weil in diesem Jahre die hydrographischen Verhältnisse ganz und gar andere waren als 1905 und 1906 und in gewisser Hinsicht das grade Gegenstück zu 1906 bildeten. Wie nämlich der Salzgehalt bei Friedrichsort (Fig. 24, nach Beobachtungen der Kommission) zeigt, der ja zugleich die Wasserbewegungen in der Kieler Bucht angibt (cfr. pag. 223), ist damals der Salzgehalt durchschnittlich

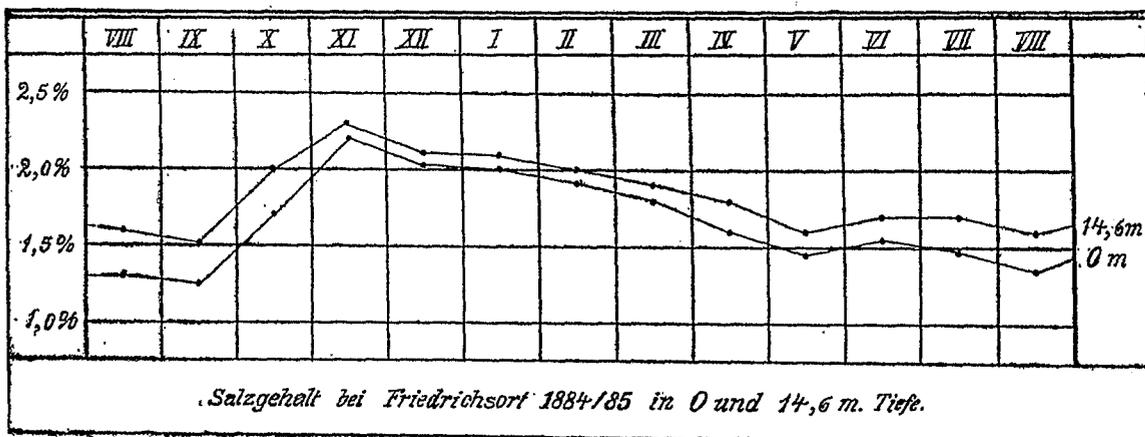


Fig. 24. Kurven des Salzgehaltes während der Untersuchungen Hensens.

ein außerordentlich hoher gewesen und nur im Juli, August und September an der Oberfläche unter 1,4‰¹⁾ gesunken (Minimum im September 1,26‰). Die schwachsalzige Periode war also um zwei volle Monate nach dem Winter zu verschoben und zugleich nur schwach entwickelt. Über dem Boden war der Salzgehalt stets mehr als 1,5‰. Die Temperatur des Oberflächenwassers betrug im Juli und im September über 20° (20,4 und 20,3°). Im Oktober und November stieg dann der Salzgehalt sehr schnell bis über 2‰ an der Oberfläche und über 2,2‰ über dem Meeresboden an, um von da ab ganz langsam mit nur geringen Schwankungen bis zum August zu sinken. Über dem Meeresboden war der Salzgehalt vom Oktober bis Februar über 2‰, während er 1905/06 überhaupt nur an zwei Tagen (!) diese Höhe erreichte. Das Charakteristische lag also in dem mächtigen Überwiegen des salzreichen Wassers und in der Verschiebung der schwachsalzigen Periode um zwei Monate nach dem Winter zu. Die Vorstöße des starksalzigen Bodenwassers von 1905 und 1906

Vergleich des Planktons 1884/85 und 1905/06. (100 Liter.)

Namen der Organismen	VIII ²	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII ¹
1. <i>Nodularia spumigena</i> *)	1884 23 000 1905 2 800	20 000 9 800	61 000 2 000	7 50	v. —	? —	— 200	— v.	? v.	— v.	? 2 800	? 3 300	28 000 3 000
2. Chaetoceras, alle	1884 ? 1905 2 700 000	440 83 000 000	90 8 100 000	2 700 000 160 000	2 900 000 19 000	? 9 100	4 100 000 21 000	4 600 000 2 300 000	? 59 000 000	37 000 18 000 000	? 200 000	? 38 000	119 000 430 000
3. <i>Rhizosolenia alata</i>	1884 2 900 1905 35 000	6 300 33 000	31 000 34 000	220 000 10 400	3 700 000 480	? 120	4 000 000 120	2 200 000 v.	? —	8 600 000 93	? —	? 120	2 200 000 310
4. <i>Rhizosolenia semispina</i>	1884 — 1905 —	— 580	— 28	34 300 140	— 17	? 23	2 000 000 11	10 200 000 110	? 780	42 100 49	? —	? —	600 —
5. <i>Triceratium brightwelli</i>	1884 — 1905 —	— v.	16 700	81 000 150	1 200 —	? —	4 —	— —	? —	— —	? —	? —	— —
6. <i>Ceratium tripos balt.</i>	1884 180 000 1905 460 000	970 000 240 000	1 300 000 120 000	15 000 210 000	26 000 110 000	? 47 000	27 300 12 000	8 100 1 600	? 400	1 600 350	? 16 000	? 110 000	21 000 270 000
7. <i>Ceratium fusus</i>	1884 27 000 1905 200 000	140 000 197 000	180 000 130 000	41 000 47 000	4 900 43 000	? 14 000	16 000 8 100	3 400 1 300	? 75	670 95	? 400	? 2 700	9 700 28 000
8. <i>Cyrtocylis helix</i>	1884 390 1905 20 000	1 800 2 000	100 190	13 23	— —	? v.	v. v.	23 21	? v.	— v.	? v.	? 560	110 220
9. <i>Cyrtocylis denticulata</i>	1884 — 1905 —	— —	0,3 —	190 —	47 —	? —	— —	— —	? —	— —	? —	? —	180 —
10. <i>Tintinnopsis campanula</i>	1884 76 1905 4 400	350 58	340 110	3 —	— —	? v.	— —	— —	? —	— —	? —	? —	13 —
11. <i>Tintinnus subulatus</i>	1884 1 400 1905 27 000	3 400 20 000	12 000 6 500	300 1 900	26 v.	? 12	97 v ₀	— v ₀	? v ₀	— 26	? v ₀	? 66	10 v ₀
12. Copepoden, alle	1884 5 300 1905 10 000	12 000 14 000	13 000 15 000	7 100 11 000	4 200 5 100	? 3 200	9 800 3 900	8 300 2 900	? 3 600	15 000 12 000	? 2 700	? 1 800	6 100 2 900
13. Podon	1884 13 1905 380	17 550	16 86	0,2 5	— —	? —	— —	— —	? —	11 3	? 66	? 220	37 50
14. <i>Sagitta bipunctata</i>	1884 6 1905 4	7 15	9 2	23 7	8 3	? 5	50 1	0,2 v.	? —	0,2 —	? —	? —	1 —
15. <i>Oikopleura dioica</i>	1884 66 1905 700	500 520	240 270	370 7	— —	? —	— —	— —	? —	— 5	? —	? —	120 —
16. Synchaeta	1884 1 1905 1 600	63 120	49 110	0,3 110	— 46	? 6	— 1	0,01 20	? 140	11 5 300	? 240	? 24 000	— 1 200

*) 1 Faden nach Hensen = 20–30 Zellen; Zahlen bezeichnen Zellen.

1) Es sind hier überall Monatsmittel gegeben.

fehlten daher ganz, und vom Oktober bis März besaß die ganze Wassersäule 1,7 ‰ oder mehr Salzgehalt (auf Tafel XI mit rot gekennzeichnet). Während also 1906 das baltische schwachsalzige Wasser eine übermäßige Ausdehnung gewann, war das 1884 mit dem starksalzigen Wasser der Fall. Auf die Planktonorganismen sind diese Verhältnisse von sehr verschiedener Wirkung gewesen, wie die vorstehende Tabelle erkennen läßt. Die Tiere, Protozoen wie Metazoen, haben im großen und ganzen dieselbe Jahresentwicklung wie 1905, worauf schon bei der Besprechung der Gewebstiere (pag. 305 und ff.) wiederholt hingewiesen wurde; doch kulminieren die Synchaeten nicht im Juli, sondern im September, und *Bosmina*, die 1906 ganz fehlte und eine Charakterform der östlichen Ostsee ist, war auf August und September also auf die beiden salzärmsten Monate beschränkt. Vielfach läßt sich ferner eine Verschiebung der Hoch-Zeit vom August in den September oder Oktober wahrnehmen. Unter den Pflanzen weichen die Schizophyceen und Peridineen gleichfalls nicht auffällig in ihrer Jahresentwicklung von der 1906 beobachteten ab. Nur ist das Herbstmaximum oft vom August in den September oder Oktober verschoben. Sie beginnen also trotz des niedrigen Salzgehaltes ihre Entwicklung, erreichen aber ihre Kulmination nicht bereits im August, sondern erst ein oder zwei Monate später. Dagegen weicht die Entwicklung der Diatomeen in sehr erheblicher Weise von der 1906 beobachteten ab. Freilich kommt hier in Betracht, daß die Zahlen wegen der Durchlässigkeit des Netzeuges weit weniger zuverlässig sind als die für die Gewebstiere, die größeren Tintinnen-Arten und *Ceratium*. Immerhin läßt zunächst *Chaetoceras* in den außerordentlich niedrigen Zahlen im September und Oktober die Wirkung der salzarmen Periode erkennen, im November erreicht es dann eine Häufigkeit von rund 3 Millionen, im Februar und März von rund 4 Millionen. Der ganze Winter ist also *Chaetoceras*-reich; ein ganz ähnliches Verhalten zeigt *Rhizosolenia alata*, die geradezu im Februar kulminiert. Sehr bemerkenswert ist, daß 1885 überhaupt eine ganze Reihe von Organismen im Februar ihre größte Häufigkeit oder doch ein Nebenmaximum aufweisen, so außer *Rhizosolenia alata* noch *Sagitta bipunctata*, *Tintinnus subulatus*, *Ceratium fusus* und *tripos* u. a. Es tritt uns hier also dieselbe Empfindlichkeit der Diatomeen gegenüber den hydrographischen Bedingungen hervor, die schon weiter oben bei der Jahresentwicklung für 1905 zur Besprechung kam. Während die übrigen Organismengruppen nur geringfügig auf sehr erhebliche Änderungen in dem Verhalten des Salzgehaltes im Jahreslaufe reagieren, wird die normale Jahresentwicklung der Diatomeen (eine Ausnahme bildete nur *Ditylium brightwelli*) im höchsten Grade gestört, ihre Kulmination ganz in die Wintermonate gedrängt und der sonst so starke Unterschied zwischen der armen Winter- und reichen Frühjahrszeit für diese Pflanzengruppe aufgehoben. Leider wissen wir nicht, welche *Chaetoceras*-Arten diese winterliche Vegetation damals gebildet haben.

Aus der Betrachtung der Vergleichsjahre ergibt sich also, daß im allgemeinen die Entwicklung der Planktonorganismen in der Kieler Bucht jahreszeitlich nur wenig schwankt und von den Salzgehaltverhältnissen, wie sie das mit den Jahren wechselnde Verhalten des schwachsalzigen Ober- und des starksalzigen Tiefenstromes bedingt, in hohem Grade unabhängig ist. Jedoch wird naturgemäß je nach dem Vorwiegen des einen oder des anderen Wassers die

Entwicklung und das Auftreten der Westformen gehemmt oder gefördert und die entgegengesetzte Wirkung auf die Ostformen ausgeübt. Am empfindlichsten sind im allgemeinen die Diatomeen, deren Jahreskurve durch Vorwiegen des schwachsalzigen Wassers sehr eingeschränkt und zeitlich gänzlich verschoben werden kann.

Schlußwort.

Noch immer wird von Zeit zu Zeit der Versuch unternommen, die Unmöglichkeit zu erweisen, mittelst Stichproben, wie sie die Netzfänge, Pump- oder Schöpfproben darstellen, quantitativ verwertbare, zuverlässige Aufschlüsse über Menge sowie zeitliche und räumliche Verteilung von Planktonorganismen im Meere zu erhalten. Die vorstehenden Untersuchungen widerlegen die Berechtigung solcher Versuche in einem weit höherem Grade, als ich bei Beginn derselben voraussehen konnte. Es ist nicht nur möglich gewesen, mittelst Netzfängen von nur je 175 Liter Filtration, die an ein und demselben Punkt bei Laboe wöchentlich ausgeführt wurden, die Jahresentwicklung der Metazoen zu verfolgen und die Gesetzmäßigkeit ihres Auftretens zu erkennen, wie vor allem aus der Übereinstimmung mit den vor 24 Jahren von Hensen ausgeführten Fangergebnissen hervorgeht, und woran nach den Arbeiten Hensens, Apsteins, Brandts und anderer allerdings nicht mehr zu zweifeln war; sondern es hat sich zugleich ergeben, daß für die Protozoen und Protophyten, für deren quantitativen Fang das Müllergaze-Netz gar nicht oder nur in bedingter Weise ausreicht, weit kleinere Stichproben schon genügen und man zur quantitativen Untersuchung der häufigsten Organismen bei Laboe mit Wasserproben von 15, ja von 5 ccm auskommt. Diese Erfahrung ermöglichte es, die Centrifuge in weitem Umfange anzuwenden und mittelst derselben die zartesten Flagellaten noch in lebendem Zustande unter das Mikroskop zu bringen. Es wurde dadurch erreicht, in weit vollkommenerer Weise als vor 7 Jahren im Mittelmeer eine Vorstellung von der Masse und der Zusammensetzung des gesamten in einem bestimmten Meeresabschnitte enthaltenen Planktons zu gewinnen. Nur die Bakterien konnten in diese Verarbeitung noch nicht aufgenommen werden.

Vor kurzem hat Herdman in dem 21. Report of the Liverpool Marine Biology Committee (1907, pag. 29—46) einen vorläufigen Bericht über Planktonuntersuchungen im Port Erin veröffentlicht, demzufolge dort von einer Gleichmäßigkeit der Verteilung des Planktons im Meere keine Rede sein kann. Insbesondere findet er, daß gleichzeitig am gleichen Ort arbeitende Netze nachher einen verschiedenen Fanginhalt zeigen können und daß man an ein und demselben Tage an nur wenig voneinander entfernten Orten zuweilen recht abweichendes Plankton erbeutet. Nicht nur ist die Masse des Auftriebs in solchen Fällen verschieden, sondern vor allem auch die Zusammensetzung aus Arten und Entwicklungsstadien. Da die ausführliche Bearbeitung erst erscheinen soll und manche Befunde vorläufig unverständlich sind, — so wurden in einem Oberflächenfange gar keine Copepoden-Nauplien erbeutet obwohl derselbe 18 000 junge Copepoden enthielt und die übrigen gleichzeitig fischenden Netze 250—7000 Nauplien brachten; in der gleichen Fangserie fand sich in dem einen Fange kein einziges Chaetoceras, während die 5 anderen Netze 250—63 000 Zellen enthielten — mögen hier nur einige wenige Worte

genügen. Daß 2 gleichzeitig an derselben Stelle mit dem gleichen Apparate ausgeführten Fänge nie den genau gleichen Inhalt haben, ist schon 1887 durch Hensen dargelegt; gelegentlich kommen sogar recht große Unterschiede in dem Auftreten einzelner größerer Formen vor, wie auch die nach diesen Versuchen zusammengestellte Tabelle auf Seite 214 dieser Arbeit zeigt. Auch ich fing bei Laboe am 9. August 1905 an der gleichen Stelle vom verankerten Schiff aus innerhalb 1 Stunde mit dem Netz 7000 junge Muscheln und 1700 Oikopleuren, während die Pumpe nur 840 Muscheln und 170 Appendicularien heraufbrachte. Aber derartige Fälle sind doch im großen und ganzen selten. Ebenso zeigt die Mehrzahl der auf den Tafeln XII—XV dargestellten Kurven mehr oder weniger starke wöchentliche Schwankungen ihres Verlaufes, die nicht in jahreszeitlichen oder allgemeinen hydrographischen Veränderungen ihren Grund haben und in lokalen Wasserversetzungen am Ausgange des Hafens begründet sind. Trotz dieser Störungen aber ergeben doch die quantitativen Untersuchungen in fast allen Fällen ein ganz klares Bild der gesetzmäßigen Entwicklung der einzelnen Formen im Jahreskreislaufe. Zu demselben Ergebnis würden zweifellos die Untersuchungen bei Port Erin auch in Bezug auf das räumliche Vorkommen führen, sobald erst die hydrographischen Verhältnisse, die dort vielleicht noch komplizierter sind als in der westlichen Ostsee, genau untersucht sind und eine zuverlässige Grundlage für die Anordnung und Zahl der Fangstationen abgeben können. Auf jeden Fall aber müßten für alle quantitativen Feststellungen Oberflächenfänge und Netze ohne konischen Schutzaufsatz über der Mündung ausgeschieden werden, da sonst allerdings nie brauchbare, wirklich zuverlässige Ergebnisse gewonnen werden können.

Die Verarbeitung des Gesamtplanktons führte ferner zu dem Resultat, daß die Setzvolumina lediglich die Häufigkeit der sperrigen Diatomeen und speziell der *Chaetoceros* zum Ausdruck bringen. Es geht daher nicht an, aus diesen Mengen auf den Reichtum irgend einer Jahreszeit oder eines Meeresgebietes an Plankton überhaupt zu schließen. Die Mischgebiete warmer und kalter Meeresströme sind reich an solchen Diatomeen und daher steigt dort wie in den flachen Küstenmeeren das Setzvolumen schnell an, während es auf hoher See und besonders in den tropischen Meeren, wo die Diatomeen den Peridineen gegenüber stark zurückzutreten scheinen, auf ein Minimum herabsinkt. Das Rechenvolumen ergab daher für die Planktonmasse in den verschiedenen Jahreszeiten bei Laboe ganz andere Werte, und sicher werden auch die in den kalten, gemäßigten und tropischen Meeresgebieten gefundenen Massen einer wesentlichen Korrektur bedürfen, wenn man die ihnen zugrunde liegenden wahren Werte erhalten will. Vor allem aber würde nötig sein festzustellen, welche Bedeutung auf hoher See und speziell in den Tropen diejenigen Phyto-Euflagellaten erreichen, welche das Netz gar nicht oder nur zum kleinsten Teile fängt, und zu denen der größte Teil der Peridineen, soweit er nicht zu den Ceratien gehört, und alle Coccolithophoriden zu rechnen sind.

Die Werte für die Individuenzahlen welche den verschiedenen Längen der halben Durchmesser der auf den Tafeln X, XII—XV dargestellten Kugelkurven entsprechen.

Länge des Radius	Entsprechende Individuenzahl	Länge des Radius	Entsprechende Individuenzahl
0,5 mm	32 ¹⁾	17 mm	1 257 728
1,0 „	256	18 „	1 492 992
1,5 „	864	19 „	1 755 904
2,0 „	2 048	20 „	2 048 000
2,5 „	4 000	25 „	4 000 000
3,0 „	6 912	30 „	6 912 000
3,5 „	10 976	35 „	10 976 000
4,0 „	16 384	40 „	16 384 000
4,5 „	23 328	45 „	23 328 000
5,0 „	32 000	50 „	32 000 000
5,5 „	42 592	55 „	42 592 000
6,0 „	55 296	60 „	55 296 000
6,5 „	70 304	65 „	70 304 000
7,0 „	87 808	70 „	87 808 000
7,5 „	108 000	75 „	108 000 000
8,0 „	131 072	80 „	131 072 000
8,5 „	157 216	85 „	157 216 000
9,0 „	186 624	90 „	186 624 000
9,5 „	219 488	95 „	219 488 000
10,0 „	256 000	100 „	256 000 000
11 „	340 736	110 „	340 736 000
12 „	442 368	120 „	442 368 000
13 „	562 432	130 „	562 432 000
14 „	702 464	140 „	702 464 000
15 „	864 000	150 „	864 000 000
16 „	1 048 576		

¹⁾ In allen Kurven ist der Wert 1 = 0,25 mm gesetzt, so würde z. B. für die Individuenzahl 32 die Radiuslänge sein $\sqrt[3]{\frac{32}{4}} = \sqrt[3]{8} = 2$; 2 · 0,25 mm = 0,5 mm.

Die hauptsächlichsten Apparate, die bei den vorliegenden Untersuchungen gebraucht wurden und die Aufwendungen, die sie erfordern.

Für die Netzfänge wurde ein mittleres Planktonnetz (nach Apstein) mit Müllergaze No. 20 verwandt, das 57,50 Mark¹⁾ kostet.

Für die Fänge mit Pumpe und Schlauch wurde eine einfache Flügelpumpe aus Messing (29,00 Mk.) gebraucht, die auf einem kräftigen Brett, dessen Rückenfläche zwei starke eiserne Klammern trug, befestigt war und mittelst der Klammern über den Bordrand des Bootes gehängt werden konnte. Der Schlauch, aus Gummi und 11 mm weit, hatte Spiraleinlage, um Knickungen und Zusammenfallen auszuschließen (pro Meter 1,60 Mark). Er muß an einem guten Tau so befestigt sein, daß dieses letztere das Gewicht des Schlauches und des Lotes trägt, das am unteren Ende des Schlauches hängt. Von diesem Ende geht, wie ich 1902 (Reichtum des Meeres, Wissensch. Meeresunt. N. F., Abt. Kiel, Bd. 7, pag. 10, Tafel III, Fig. 2) angegeben habe, das Führungstau ab, dessen freies oberes Ende von einer Person während des Pumpens gehalten wird und dazu dient, das untere Schlauchende möglichst gleichmäßig von der Oberfläche bis zum tiefsten Punkte zu senken und wiederum bis zur Oberfläche emporzuheben. Zur Aufnahme des Pumpwassers dienten mit einem Holzgeflecht umspinnene Glasballons (Schwefelsäure- oder Spiritusballons) von je etwa 27 Liter Inhalt, die in jeder Drogerie für einige Mark zu haben sind. Filtriert wurde das Wasser im Laboratorium durch Faltenfilter aus gehärtetem Papier von 50 cm Durchmesser (Schleicher & Schüll, Düren, Rheinland; 100 Stück 30 Mk.); zur Aufnahme der Filter dienten Zinktrichter, wie sie auf Tafel III, Fig. 3 in der oben erwähnten Arbeit abgebildet sind. Der Herstellungspreis betrug 7 bis 10 Mk.

Für die Schöpfproben und deren Centrifugierung wurde ein Krümmel'scher Schöpfapparat von 1 Liter Inhalt (Preis 150 Mk.)¹⁾ und eine Centrifuge mit Zahnradbetrieb (von Altmann in Berlin N.W., 70 Mk.) verwendet. Für geringe Tiefen würde statt des Krümmel'schen Schöpfapparates auch die Meyer'sche Flasche Verwendung finden (H. A. Meyer, Physik des Meeres, pag. 15, 1871). Will man sich auf kleine Schöpfproben (100—200 ccm) beschränken, so kann man auch den Fischer'schen Bakterienschöpfer (Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bakterien, pag. 8 und 9) gebrauchen, der 56 Mk.¹⁾ kostet. Centrifugengläser von jeder Größe und Gestalt, ebenso die oben Seite 183 beschriebenen Pipetten fertigt jeder Glasbläser für wenig Geld an.

Für die quantitative Verarbeitung der Fänge sind außer verschiedenen Schüttelgefäßen (siehe Hensen, Methodik, pag. 143 und ff., Tafel XII) vor allem eine Reihe von Stempel-pipetten (0,1; 0,5; 1,0; 2,5 ccm Inhalt) (Preis pro Stück 20,50 Mk.)¹⁾ und ein beweglicher Zähl Tisch mit feinlinierten Glasplatten notwendig (siehe ebendort). Durch Verwendung der Zwickert'schen Zählplatte (diese Arbeit, Seite 184) kann man die Anschaffung des naturgemäß sehr teuren Zählmikroskops (465 Mk.)¹⁾ vermeiden. Ein solcher Zähl Tisch kostet 68 Mk.¹⁾.

¹⁾ Siehe den Katalog von Ad. Zwickert, Kiel, über hydrobiologische Apparate. Aufträge übernimmt auch der Diener des Zoologischen Instituts Hantke.

Tafelerklärung.

Tafel IX.

Vergleich zwischen Parallelfängen mittelst Müllergaze (Nr. 20) -Netzen und Filtration durch Filter (aus gehärtetem Papier) dargestellt nach der in 100 Litern (0,1 cbm) gefundenen Individuenzahl der wichtigsten Organismengruppen (pag. 156, 167 u. 170).

Jeder Würfel (nur die Vorderfläche ist gezeichnet!) repräsentiert die Individuenzahl einer Organismengruppe und zwar bezeichnet der rote Würfel den Fangertrag des Netzfanges, der blaue Würfel den des Filterfanges. Die Individuenzahlen für je 100 Liter Wasser sind in die Würfel- oder im Umkreise derselben eingetragen. Der Maßstab ist überall der gleiche, so daß die verschiedenen Fänge direkt vergleichbar sind.

Fang I stammt aus dem Nordatlantischen Ozean (Golfstromgebiet, zwischen Azoren und New-York) — Fang II—IV aus dem Mittelmeer (Syrakus) — Fang V—IX aus der Ostsee (Station bei Laboe).

Tafel X.

Kurven zum Vergleich des Fangertrages der Centrifugen-, Papierfilter- und Müllergazennetz-Fänge (pag. 157—158, 190 und 191).

Die Individuenzahl gilt wieder für 100 Liter (0,1 cbm).

Die Kurven sind halbe Kugelkurven (pag. 193—194), indem die unter der Äquator-Ebene liegende Kurvenhälfte fortgelassen ist; die Ordinaten entsprechen hier also dem $\frac{1}{2}$ Durchmesser oder dem Radius der die Individuenzahl ausdrückenden Kugel.

Tafel XI.

Isohalinen, Isothermen und Linien gleichen spezifischen Gewichtes für das Meerwasser an der Station (vor Laboe) während der Zeit vom Mai 1905 bis August 1906. (pag. 217—237).

Tafel XII.

Auftreten der Schizophyceen und Diatomeen (pag. 240—255, 324—336) vom 24. August 1905 bis zum 17. August 1906 nach ihrer in 100 Litern (0,1 cbm) Meerwasser gefundenen Individuenzahl, dargestellt in Kugelkurven (siehe Seite 192—194).

Der Maßstab ist überall der gleiche. Die Zahlenwerte für die halben Durchmesserlängen sind Seite 361 tabellarisch zusammengestellt. Zum Ablesen der Längen selbst ist rechts unten ein Millimetermaßstab eingezeichnet.

Die Schizophyceen sind rot, die Diatomeen blau gehalten.

Über den Kurven sind die Isothermen für 6° , 16° und 18° C. eingezeichnet, sowie eine schematische Darstellung der Belichtungsstärke (pag. 230—232) und des Produktes aus Belichtung und Temperatur des Wassers (pag. 333).

Unter den Kurven sind die Isohalinen für 1,0‰, 1,4‰, 1,7‰ und 2,0‰ eingezeichnet; außerdem sind nach den Beobachtungen der Kommission auf dem Feuerschiff Gabelsflach die während der Zeit zwischen zwei Fangtagen herrschenden Windrichtungen sowie die durchschnittliche Windstärke angegeben.

Durch schwarze Kreise über den Fangtagen sind endlich diejenigen Tage gekennzeichnet, für welche außer den Centrifugenfängen auch die Filter- und Netzfänge quantitativ verarbeitet wurden.

Ein o in den Kurven bezeichnet, daß die betreffende Art vorkam, aber in so geringer Menge, daß dieselbe in der Kurve nicht wieder gegeben werden konnte.

Bemerkungen zu den Kurven:

Allgemeine Vorbemerkung:

Da die auf den Tafeln XII—XV gegebenen Jahreskurven über die Häufigkeit der Arten nach den von Woche zu Woche beobachteten Werten gezeichnet sind, bringen sie unverfälscht alle Lokalschwankungen, die durch Wasserversetzungen und sonstige lokale Störungen hervorgerufen werden, zum Ausdruck. Die Größe derselben ist, wie die Kurven zeigen, bei den einzelnen Arten sehr verschieden. Sie können in weitgehendem Maße eliminiert werden, wenn man die Monatsmittel berechnet, wie das bei den Texttabellen XIII—XX geschehen ist. Bei Arten, deren Jahreskurve sehr viel Störungen aufweist, treten daher die jahreszeitlichen Unterschiede (Temporalschwankungen) in den Tabellen viel klarer hervor. Die vorliegenden Kurven geben mithin eine graphische Darstellung des wöchentlich Beobachteten, wie das in rein zahlenmäßiger Weise auch die Tabelle B tut. Da die wesentlichste Ursache der Lokalschwankungen in dem Wechsel von Windrichtung und Windstärke zu suchen ist, sind die herrschenden Windverhältnisse jeder Woche unten über den Isohalinen eingetragen.

Spezielle Bemerkungen zur Tafel:

1. *Anabaena baltica* hat ihre Hoch-Zeit in der Periode des stark erwärmten und schwachsalzigen Wassers im Juni—Juli—August; vereinzelt tritt sie auch sonst auf, meist nachdem W.- oder S.-Winde geherrscht und das Wasser aus dem Binnenhafen herausgetrieben haben. Die Diatomeen, welche im Gegensatz zu *Anabaena* im stärker salzigen und minder erwärmten Wasser besser gedeihen, zeigen dem Anschwellen der *Anabaena*-Zahl synchrone Abschwüngen, wie vor allem bei *Skeletonema* hervortritt.

2. **Diatomeen:** *Chaetoceras* und *Skeletonema* sind die häufigsten Diatomeen und zugleich typische Repräsentanten für Organismen mit 2 Hoch-Zeiten; im Gegensatz zu *Anabaena*, deren Kurve zur Kulminationszeit gar keine Lokalschwankungen aufweist, ist die von *Skeletonema* durch dieselben in ihrem Verlauf vielfach eingeschnitten, ohne daß jedoch der allgemeine Verlauf dadurch verdeckt würde. Der Abfall der Frühjahrs-Hoch-Zeit folgt bei *Skeletonema* der Isotherme von 16°, bei *Chaetoceras* der Isohaline von 1,4‰. Ähnlich *Chaetoceras* verläuft die Kurve von *Thalassiosira baltica* (und verwandte Formen), doch ist die Herbstkulmination nur sehr niedrig. Beide Hoch-Zeiten sind niedrig und wenig ausgeprägt bei *Thalassiosira nana*. *Ditylium brightwelli* gibt die Kurve einer Form mit nur einer Hoch-Zeit im Herbst und ganz eng begrenztem Auftreten wieder; *Rhizosolenia alata* schließt sich ihr an, kommt aber vereinzelt das ganze Jahr vor. *Melosira borerri* war die einzige Diatomee, deren einzige Hoch-Zeit im Winter liegt. *Asterionella bleakeleyi* war auf den Winter und das Frühjahr beschränkt. Von diesen beiden Formen abgesehen tritt überall im Winter eine starke Abnahme oder selbst ein Schwenden ein; bei allen Formen ist ebenso die nachteilige Wirkung des stark erwärmten schwachsalzigen Wassers im Juli ausgeprägt.

Tafel XIII.

Auftreten der Peridineen (pag. 259—284 und 324—336) in gleicher Darstellungsart.

Bei *Ceratium tripos* sind die Nebenformen durch rote Farbe gekennzeichnet.

Bemerkungen zu den Kurven:

1. **Gymnodinien:** Eine fast nur auf das stark erwärmte und schwachsalzige Wasser beschränkte, hier aber außerordentlich häufige Gruppe wird durch die kleinen Gymnodinium-Arten mit Chromatophoren gebildet; sie war für diese Jahreszeit ebenso wichtig wie *Anabaena baltica*. — *Protodinium simplex* meidet das kalte, unter 6° abgekühlte Wasser des Frühjahrs und Winters fast vollständig und ist im Juli am volkreichsten; der Salzgehalt scheint für diese Art bedeutungslos. — Die kleinen farblosen Gymnodinium-Arten und Amphidinium kommen das ganze Jahr vor; ihre Kurven sind sehr unregelmäßig, aber dadurch bemerkenswert, daß sie im Winter nur eine ganz geringe Abschwüngen zeigen.

2. **Andere Peridiniales:** Die Kurven sind hier meist sehr regelmäßig, Lokalschwankungen fehlen so gut wie ganz und es kommt bei den Formen dieser Tafel nur eine Hoch-Zeit zur Ausbildung. *Exuviaella baltica* kulminiert in dem noch kühlen Abschnitt der schwachsalzigen Periode im Mai und Juni; ihre Kurve ist eine der regelmäßigsten, die ich gefunden habe. — *Prorocentrum micans* und die *Ceratium*-Arten kulminieren sämtlich in der zweiten Hälfte des August oder im Herbst und sind in der kühlen Periode der salzarmen Zeit am seltensten. Mit dem Steigen von Temperatur und Salzgehalt nimmt ihre Menge zu und sinkt im Herbst gegen den Winter hin ganz allmählich. Mit Ausnahme von *Ceratium furca* waren die *Ceratium*-Arten das ganze Jahr im Auftrieb vorhanden; erstere wurde dagegen nur vom September bis Anfang Januar gefunden. Bei *Ceratium tripos balticum*, dessen Verbreitungszentrum in der westlichen Ostsee liegt, treten im Herbst kurzhörnige (*forma lata, truncata, lineata*), im Winter langhörnige (*forma pendula, penduloides*) Temporalvariationen auf.

Tafel XIV.

Auftreten der Peridineen (Fortsetzung) (pag. 259—284, 324—336) und anderer Phyto-Euflagellaten (pag. 255—257, 257—259, 284—288, 324—336). Darstellungsart wie in Tafel XII.

Peridineen blau.

Andere Phyto-Euflagellaten rot.

Bemerkungen zu den Kurven:

1. **Andere Peridiniales** (Forts.): Über die doppelte Hoch-Zeit von *Heterocapsa* vergl. pag. 279—281. — Die Dinophysis und Peridinium-Arten zeigen in den hier abgebildeten Jahreskurven mehr oder weniger deutlich eine Tief-Zeit im Juni und Juli und eine zweite Zeit großer Seltenheit im Ausgange des Winters und im ersten Frühjahr. — Während des ganzen Winters fehlt die Peridineencyste; ein Frühjahrsminimum ist deutlich ausgebildet; ihr folgt eine Depression im Juni.

2. **Andere Phyto-Euflagellaten:** Zwei sehr regelmäßige Kurven ohne wesentliche Lokalstörungen gehören *Eutreptia* und *Pontosphaera huxleyi* an. Letztere ist eine typische Herbstform mit nur einer scharfbegrenzten Hoch-Zeit; erstere zeigt zwei Hoch-Zeiten, von denen aber wahrscheinlich jede durch eine besondere Art gebildet wird, deren eine das kalte, salzreiche Wasser des ersten Frühjahrs, deren zweite das stark erwärmte, salzarme Wasser des Juli bevorzugt. — Die nackten Chrysomonaden haben deutlich zwei Hoch-Zeiten, deren eine jede von sehr langer Dauer ist und keine bedeutende Höhe erreicht. — *Rhodomonas pelagica* und *Distephanus speculum* zeigen eine vielfach gestörte Kurve; *Rhodomonas* ist durch die hohe Individuenzahl im Winter ausgezeichnet. Die starken Störungen deuten auf eine ungleichmäßige Verteilung im Gebiet; wahrscheinlich ist *Distephanus* draußen vor der Föhrde, *Rhodomonas* innerhalb derselben häufiger als in entgegengesetzter Richtung.

Tafel XV.

Auftreten der Protozoen (pag. 288—305, 337—344) und Metazoen (pag. 305—321, 337—344) in gleicher Darstellungsart wie auf Tafel XII.

Protozoen blau.

Metazoen rot.

Bemerkungen zu den Kurven:

1. **Protozoen:** Bemerkenswert sind die Jahreskurven für die nackten Monadinen und *Tintinnopsis beroidea*; beide Kurven sind sehr unregelmäßig und zeigen gar keine ausgesprochenen Hoch- und Tief-Zeiten; die Formen sind ferner im Winter durchschnittlich häufiger als im übrigen Jahre. Die nackten Monadinen umschließen wahrscheinlich zahlreiche Arten; für eine Form, die durch ihre Rückenfurche sich auszeichnete, ist die Kurve in die Gesamtkurve eingezeichnet; nach der Form derselben muß man vermuten, daß auch sie noch zwei Arten umfaßt. *Tintinnus steenstrupi*, *subulatus* u. a. haben nur eine Hoch-Zeit im Herbst, ebenso *Tiarina fusus*; *Laboea conica* hat sehr deutlich zwei Hoch-Zeiten. Auch bei *Ebria tripartita*, *Halteria rubra* u. a. sind die Tief-Zeiten im Winter und Sommer deutlich erkennbar. *Tintinnopsis nucula* und *Tintinnidium mucicola* kulminieren in dem stark erwärmten, schwachsalzigen Wasser.

2. **Metazoen:** Infolge der geringen Individuenzahl werden die Kurven für die Gewebstiere sehr niedrig und gleichmäßig bandförmig, wodurch sie an Prägnanz verlieren. Es ist daher nur ein kleiner Teil der Jahreskurven wiedergegeben; im übrigen muß auf die Tabellen XIX und XX auf Seite 300 und 301 und auf Tabelle B verwiesen werden. Durchgehend ist die schädigende Einwirkung der Winterperiode und des schwachsalzigen Wassers im Juni und Juli durch eine Einschnürung oder vollständige Unterbrechung der Kurven zum Ausdruck gekommen. Nur Podon bleibt von der Herabsetzung der Volkstärke im Juni und Juli verschont, desgleichen natürlich alle die Formen, welche wie Cyphonautes und Oikopleura überhaupt erst nach dem Schwunde des salzarmen Wassers auftreten. Bemerkenswert ist das zeitweilige vollständige Schwinden der Eierkurve von Oithona im Winter und im Juli.

Tafel XVI.

Das Volumen des in 100 Litern (0,1 cbm) Meerwasser nachgewiesenen Planktons während der Zeit vom 24. August 1905 bis zum 17. August 1906, dargestellt in Linearkurven (pag. 194—209, 344—353).

Bemerkungen zu den Kurven:

Nur Kurve 1 stellt das Verhalten der Setzvolumina (erhalten durch 24 stündiges Absetzenlassen der Fänge in Meßzylindern) der Filterfänge dar; alle anderen Kurven sind nach den Rechenvolumina des Gesamtplanktons gezeichnet.

Kurve 1 zeigt, wie die Setzvolumina von Planktonfängen nichts anderes zum Ausdruck bringen als die geringere oder größere Häufigkeit der Chaetoceras (man vergleiche die Bewegung der roten Fläche in Kurve 4). Da die Netzfänge ganz den gleichen Kurvenverlauf geben, wenngleich ihr Setzvolumen meist erheblich niedriger ist, wurde hier nur die Kurve für die Filterfänge wiedergegeben. Durch ihre Sperrigkeit verdecken die Chaetoceras in den Setzvolumina die Volumina aller anderen Organismen vollständig.

Kurve 2 gibt die Jahreskurve für das Rechenvolumen des Gesamtplanktons, doch ist das Volumen der Pflanzen blau, das der Tiere rot gehalten. Im Gegensatz zu Kurve 1 ergibt sich hier auch für den Sommer ein hohes Volumen, so daß die ganze Jahresentwicklung nur den einen Gegensatz einer armen einförmigen Winterzeit und der planktonreichen, durch vielfache Kulminationen ausgezeichneten übrigen Jahreszeit aufweist (Jahres-Tief-Zeit und Jahres-Hoch-Zeit). In ersterer haben die Tiere der Masse nach ein großes Übergewicht, wie vor allem auch die Kurve 3 zum Ausdruck bringt.

Kurven 4, 5, 6 stellen die Massenentwicklung der Planktonpflanzen dar; der Maßstab ist hier und ebenso in den folgenden Kurven der gleiche (1 mm = 1 cmm Volumen). Die Diatomeen (Kurve 4) bringen sehr scharf zwei Hoch-Zeiten zur Entwicklung, die im Sommer durch die Zeit des stark erwärmten und schwachsalzigen Wassers voneinander getrennt werden. Sceletonema und Chaetoceras sind die dominierenden Diatomeen, denen gegenüber alle anderen Formen stark zurücktreten. Im Winter ist der Rückgang der Diatomeen ein außerordentlicher. — Im Gegensatz zu den Diatomeen haben die Peridineen, soweit die Massenentwicklung der ganzen Familie in Frage kommt, nur eine Hoch-Zeit im Sommer oder Herbst; im Winter sinkt ihr Volumen ebenfalls stark, aber doch nicht so sehr wie das der Diatomeen. Dominierend ist Ceratium, daneben Heterocapsa, Proocentrum und Gymnodinium. Heterocapsa ist durch zwei Hoch-Zeiten ausgezeichnet. — Die übrigen Planktonpflanzen treten ihrer Masse nach diesen beiden Familien gegenüber ganz zurück; nur Eutreptia und Rhodomonas entwickeln zeitweise nennenswerte Volumina.

Kurve 7 und 8 geben die Massenentwicklung der Planktontiere wieder. Hier herrschen durchaus die Gewebstiere über die Protozoen. Nur die Tintinnopsis-Arten bringen es im Juni—Juli und ganz vorübergehend einmal im Februar zu einer gewissen Masse. Unter den Gewebstieren bestimmen dann meist die Copepoden den Gang und nahezu auch die Höhe der Kurve. Aber im Winter bringen die Spioniden-Larven (in der Erklärung ist leider Polydora-Larven geschrieben), im Sommer Podon und zeitweise auch Synchaeta einen beträchtlichen Zuwachs. Die Zeit des stark erwärmten, schwachsalzigen Wassers ist durch ein fast gänzlichliches Schwinden der Copepodenmasse sehr ausgezeichnet. Es wird dann die Masse der Tiere wesentlich von Podon und Tintinnopsis gebildet. Wie die Diatomeen bilden auch die Copepoden zwei Hoch-Zeiten aus, von denen die eine im Herbst, die andere im Frühjahr liegt. Doch wird die Frühjahrskulmination wesentlich von Acartia, die Herbstwucherung von Oithona bedingt. Im Herbst treten auch die Sagitten massenbildend auf. Appendicularien und Muschellarven blieben 1905 ohne Bedeutung.

Tafel XVII.

- Fig. 1. *Exuviaella baltica* n. sp., a. und b. verschiedene Seitenansichten, n. Schalennaht. pag. 265.
 Fig. 2. *Thalassiosira nana* n. sp., a. Seitenansicht, b. Flächenansicht, k. mattglänzender Körper, l. Loch in der Schale. pag. 242.
 Fig. 3. " *saturni*, n. sp., a. Seitenansicht, b. Flächenansicht, sk. starklichtbrechender Körper, h. mattglänzender Körper, Chr. Chromathophoren, Gr. Grenze zwischen Randpartie und zentralem Teil der Schale. pag. 243.
 Fig. 4. Zitronengelber Ciliat mit Springfadenanhang. (*Strombidium caudatum* From. (?)) pag. 305.
 Fig. 5. *Carteria* sp., pag. 258.

- Fig. 6. a—c. *Gymnodinium tintinnicola* n. sp., in verschiedenen Ansichten, l. Längsgeißel, r. Ringfurchengeißel. pag. 260 und 296.
 Fig. 7. *Gymnodinium*, 12 μ groß, ohne Chromatophoren. pag. 262.
 Fig. 8. " " " " mit " " pag. 262.
 Fig. 9. *Amphidinium rotundatum* n. sp., b. in Kettenbildung. pag. 261.
 Fig. 10. Nackte Monadine mit Rückenfurche, pl. dichtes Plasma, f. Rückenfurche, k. Kern, r. Rand der Furche, l. stark lichtbrechender Körper. pag. 290.
 Fig. 11. Ciliat mit circumoralem Membranellenkranz und wurstförmigem Macronucleus (N.). pag. 305.
 Fig. 12. *Tintinnopsis nana* n. sp. pag. 294 (Anmerk.).
 Fig. 13. a—d *Calycomonas gracilis* n. g. n. sp., a. und b. in Conjugation, c. bei starker Vergrößerung, d. mit aus dem Gehäuse heraustretendem Tier. pag. 291.
 Fig. 14. *Laboea strobila* n. g. n. sp. pag. 299.
 Fig. 15. *Amphidinium longum* n. sp., N. Kern, l. lichtbrechender Körper. pag. 261.
 Fig. 16. " *crassum* n. sp., n. glänzender, gelbbrauner Körper, N. Kern, l. kleiner lichtbrechender Körper. pag. 261.
 Fig. 17. *Protodinium simplex* n. g. n. sp. pag. 264.
 Fig. 18—20. *Laboea conica* n. g. n. sp., 18 a. einzelne Membranelle, fb. Fibrillen (Trichoblasten?) N. Kern, pl. Plasma, sch. Längsrippen der Schale. pag. 299.
 Fig. 21. *Cochlodinium pellucidum* n. sp. pag. 264.
 Fig. 22. " *longum* n. sp., N. Kern, k. brauner Körper. pag. 264.
 Fig. 23. *Pouchetia parva* n. sp., ml. Melanosom, L. Linse, h. Hülle, N. Kern. pag. 264.
 Fig. 24—28. *Gymnodinium roseum* n. sp., 24 absterbendes Exemplar, die Unterbrechung der Ringfurche zeigend; 25 lebendes Exemplar von der entgegengesetzten Seite; 26 konserviertes, mit Karmin gefärbtes und in Glycerin aufgehelltes Exemplar, den großen Kern zeigend; 27 und 28 konservierte Individuen, 27 bei durchfallendem Lichte, 28 bei auffallendem Lichte — N. Kern, Rh. Rhabdosome, k. starklichtbrechender Körper, nh. Nahrungsballen (?), Pl. körniges Plasma, V. hellrosa gefärbte Vakuolen, f. Ringfurche. pag. 263.
 Fig. 29—33. *Rhodomonas pelagica* n. sp., 29, 30 lebende Exemplare mit Geißeln; 32, 33 abgetötete Exemplare, die Geißeln sind fortgelassen; 31 abgetötetes und mit Karmin gefärbtes Exemplar. — N. Kern, n. Nucleolus, v. Vakuolen, k. Körnchenreihen, chr. Chromatophoren. pag. 286.
 Fig. 34. Chrysomonadine mit stäbchentragender Schale, a. großes Exemplar (21 μ) mit 4 Chromatophoren, b. kleines Exemplar (4 μ) mit 2 Chromatophoren und 1 Geißel, Chr. Chromatophoren. pag. 285.
 Fig. 35. *Meringosphaera serrata* n. sp., a. einzelne Schwebborste, chr. Chromatophoren. pag. 257.
 Fig. 36. " *radians* n. sp., chr. Chromatophoren. pag. 256.
 Fig. 37—39. *Halteria rubra* n. sp., 37 junges Tier ohne symbiotische Algen im Zelleibe und mit wohl ausgebildetem Munde; 38 junges Tier mit einer Algenzelle und geschlossenem, reduzierten Mundkegel; 39 großes Tier mit zahlreichen roten Chromatophoren und vollständig umgebildetem Mundkegel. — k. starklichtbrechende Körperchen, N. Macronucleus, chr. rotbraune Chromatophoren, mdk. Mundkegel. pag. 303—305.
 Fig. 40, 41. Die in *Halteria* lebende Algenzelle; 40 aus der *Halteria* isolierte Zelle ohne Geißel, 41 im Gehäuse von *Oikopleura dioica* gefundene, freischwimmende Zelle. — k. lichtbrechende Körper, pl. Plasma. pag. 288 und 304.

Druckberichtigungen.

Im Text:

pag. 172 muß es statt „mit einer Schnelligkeit von 43 cm in 1''“ heißen „mit einer Schnelligkeit von 43 cm in 1'''“.

pag. 203. In der Tabelle sind die Rechenvolumina für 100 Liter aufgeführt, während die Setzvolumina für 175 Liter gelten. Durch die Umrechnung jener auf 175 Liter ändern sich die Zahlen für die Reihen 3, 4 und 5 in folgender Weise:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3. Rechenvolumen, Gesamtplankton . . . ccm	0,05	0,03	0,05	0,09	0,17	0,15	0,12	0,19	0,26	0,16	0,11	0,06
4. Faktor $\frac{1}{3}$	8	17	24	202	42	2,5	3,3	18	85	39	8	8
5. Faktor $\frac{2}{3}$	42	63	66	673	149	33	30	44	154	58	31	35

Des bequemeren Vergleiches halber habe ich hier auch die Rechenvolumina in ccm angegeben.

pag. 204. Aus dem gleichen Grunde müssen auch die Reihen 2, 3 und 5 in der Tabelle auf Seite 204 unten geändert werden:

	17. I.	31. I.	14. II.	28. III.	10. V.	27. VI.	2. VIII.	9. VIII.	14. IX.	4. X.	8. XI.	
2. Rechenvolumen der Netzfänge ccm	0,04	0,01	0,02	0,01	0,06	0,03	0,06	0,12	0,18	0,12	0,09	
Faktor $\frac{1}{2}$	12	27	21	199	1350	13	55	67	175	133	10	
3. Faktor $\frac{1}{2}$ in den Monaten	I 20	II 21	III 199	IV ?	V 1350	VI 13	VII ?	VIII 61	IX 175	X 133	XI 10	XII ?

Der Verlauf der Kurven in den Figuren 8 und 9 wird dadurch nicht geändert, nur der Maßstab für das Rechenvolumen ein anderer.

pag. 207 muß es aus demselben Grunde statt „17 bis 2189 mal kleiner“ heißen „10 bis 1350 mal kleiner“.

pag. 219. In der Tabelle sind die Werte für die Monate V, VI, VII und VIII der oberen Reihe (1905) mit denen der unteren Reihe (1906) zu vertauschen; im April 1905 sind die Werte zu streichen.

pag. 252. In der Tabelle XV beträgt im Monat IX die Zahl der Maxima nicht 8 sondern nur 7.

In den angehängten Tabellen:

Tabelle B, Fortsetzung 1: In der Reihe *Ceratium tripos balticum* alle, muß es unter dem 20. XII. 160 000 statt 16 000 und unter dem 29. XII. 200 000 statt 110 000 heißen.

In den Tafeln:

Tafel XI: Statt „Linien gleichen und spezifischen Gewichtes“ muß „Linien gleichen spezifischen Gewichtes“ gelesen werden.

Tafel XVII: In der Erklärung zu Kurve 8 muß statt Polydora-Larven Spioniden-Larven gelesen werden.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	131—141
Teil I. Die Methoden zur Bestimmung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton	142—216
I. Der Fangverlust	142—194
1. Der Fangverlust beim Netzfange (Tafel IX und X)	143—175
a. Der Fangverlust bei Netzfängen aus der Ostsee (Tafel IX, Fig. 5—9 und Tafel X)	147—158
b. „ „ „ „ „ dem Mittelmeer (Tafel IX, Fig. 2—4)	158—167
c. „ „ „ „ „ Atlantischen Ozean (Tafel IX, Fig. 1)	167—170
d. Die Ursachen des Netzfangverlustes	170—175
2. Der Fangverlust bei der Filtration durch dichte Filter	175—180
a. Der Filtrationsverlust	176—177
b. Der Abspülverlust	177—179
c. Der Pumpverlust	179—180
3. Kompensierung des Filterverlustes durch Appendicularien-Gehäuse und Centrifuge (Tafel X)	180—191
4. Zusammenfassung des Fangverlustes und Besprechung einer neuen Kurvenform zur Darstellung des Auftretens der Arten in einem einheitlichen Maßstabe	192—194
II. Die Feststellung des Planktonvolumens	194—209
III. Die Anwendung der verschiedenen Methoden und der Wert der einzelnen Zahlen	209—215
Notiz über die Bestimmung der bei den Vertikalzügen von 15—0 m vom mittleren Planktonnetz filtrierten Wassermasse	216
Teil II. Das Gesamtplankton im Jahreskreislaufe bei Laboe	217—359
1. Die Existenzbedingungen für das Plankton am Fangorte (Tafel XI und Tabelle A)	217—237
a. Der Salzgehalt des Wassers an der Fangstation	218—226
b. Temperatur des Wassers	226—229
c. Durchsichtigkeit des Wassers und Tageshelligkeit	229—232
d. Die Pflanzennährstoffe im Meerwasser	232—237
2. Das Plankton bei Laboe im Kreislauf des Jahres (Tafel XII—XVII und Tabelle B)	237—359
a. Das Auftreten der einzelnen Planktonformen	238—321
A. Bakterien	238—239
B. Pflanzen	239—288
I. Phyto-Aflagellaten (Tafel XII und Tafel XVII, Fig. 2—3, 35—36)	240—257
1. Schizophyceen	240—241
2. Diatomeen	241—255
1. Centricae	241—251
a. Discoideae (Tafel XVII, Fig. 2, 3)	241—247
b. Solenoideae	247
c. Biddulphioideae	247—251
2. Pennatae	251—255
3. Phyto-Aflagellaten mit grünen Chromatophoren (Tafel XVII, Fig. 35, 36)	255—257
II. Phyto-Euflagellaten (Tafel XIII, XIV, Tafel XVII, Fig. 1, 5—9, 15—17, 21—23, 34)	257—288
1. Phyto-Euflagellaten mit grünen Chromatophoren (Tafel XVII, Fig. 5)	257—258
2. „ „ gelbbraunen Chromatophoren	258—286
a. Die Peridinales	259—284
α. Gymnodiniaceen	259
1. <i>Pyrocystis lunula</i> Schütt	261
2. <i>Amphidinium rotundatum, longum, crassum</i> n. sp. (Tafel XVII, Fig. 9, 15, 16)	261—262

	Seite
3. Gymnodinium-Arten	262—265
a. Kleine Gymnodinium-Formen mit Chromatophoren (Tafel XVII, Fig. 8, 17)	262
b. „ „ ohne Chromatophoren (Tafel XVII, Fig. 6, 7)	262
c. <i>Gymnodinium vestifici</i> Schütt	263
d. „ <i>roseum</i> n. sp. (Tafel XVII, Fig. 24—28)	263
4. <i>Pruchetia paron</i> n. sp. (Tafel XVII, Fig. 23)	264
Andere Gymnodinien (Tafel XVII, Fig. 21, 22)	264—265
β. Prorocentraceen	265—267
1. <i>Exuviaella baltica</i> n. sp. (Tafel XVII, Fig. 1)	265—266
2. <i>Prorocentrum micans</i> Stein	266—267
γ. Peridiniaceen	267—284
1. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller	268—278
2. Die übrigen <i>Ceratium</i> -Arten	278—279
3. <i>Heterocapsa triquetra</i>	279—281
4. <i>Glenodinium</i> -Arten	281
5. <i>Gonyaulax spinifera</i> Cl. et L.	281
6. <i>Peridinium</i> -Arten	281—282
7. <i>Dinophysis</i> -Arten	282—284
8. <i>Protoceratium reticulatum</i> Cl. et L.	284
9. Peridineencysten und <i>Polycriccos auricularia</i> Bütschli	284
b. Die Chrysomonadinen (Tafel XVII, Fig. 34)	284—286
c. Die Silicoflagellaten	286
3. Phyto-Euflagellaten mit roten Chromatophoren (Tafel XVII, Fig. 29—33, 40—41)	286—288
C. Protozoen (Tafel XV, XVII, Fig. 4, 10—14, 18—20, 37—39)	288—305
I. Rhizopoden	288—289
1. Amöben	289
2. Heliozoen	289
II. Flagellaten	289—291
1. Nackte Flagellaten (Tafel XVII, Fig. 10)	289—290
2. Flagellaten mit Skelett (Tafel XVII, Fig. 13)	290—291
III. Ciliaten	291—305
1. Tintinnoideen (Tafel XVII, Fig. 6, 12)	291—297
2. <i>Tiarina</i> und <i>Laboea</i> (Tafel XVII, Fig. 14, 18—20)	297—303
3. Skelettlose Ciliaten (Tafel XVII, Fig. 11, 37—41)	303—305
D. Die Metazoen (Tafel XV)	305—321
I. Holopelagische Metazoen	306—313
1. Vermes	306—308
2. Crustaceen	308—312
3. Mollusken	312—313
4. Tunicaten	313
II. Hemipelagische Metazoen	313—321
1. Cladoceren	314
2. Coelenteraten	314—316
3. Die pelagischen Larven der Bodentiere	316—321
a. Polychaeten-Larven	316—318
b. Echinodermen-Larven	318
c. Larven von Cirripedien	318—319
d. „ „ Decapoden	319
e. „ „ Muscheln und Schnecken	319
f. Bryozoen-Larven	319
g. Ascidiolen-Larven	320
b. Das Auftreten des Gesamtplanktons bei <i>Laboe</i>	322—359
I. Die Jahresentwicklung der Pflanzen	324—329
1. Die jährliche Bewegung der Bevölkerungsdichte	324—329
2. „ „ „ Pflanzenmasse	330—336
II. Die Jahresentwicklung der Tiere	337—344
III. „ „ Pflanzen und Tiere in ihrer Abhängigkeit voneinander und von den Existenzbedingungen	344—353
IV. Der Vergleich der Planktonentwicklung bei <i>Laboe</i> 1905—1906 mit derjenigen während anderer Jahre in der Kieler Bucht	353—359

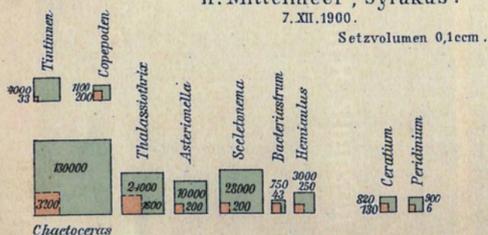
	Seite
Schlußwort	359—360
Tabelle der Werte für die Individuenzahlen, welche den verschiedenen Längen der halben Durchmesser der auf den Tafeln X, XII—XV dargestellten Kugelkurven entsprechen.	361
Die hauptsächlichsten Apparate, die bei den vorliegenden Untersuchungen gebraucht wurden und die Aufwendungen, die sie erfordern	362
Tafelerklärung	363—366
Druckberichtigungen	367
Inhaltsübersicht	368—370

Vergleich zwischen Parallelfängen mittelst Müllergaze (Nr. 20)-Netz und Filtration durch Filter (aus gehärtetem Papier) dargestellt nach der in 100 Litern (0,1 Cbm.) gefundenen Individuenzahl der wichtigsten Organismengruppen. Jeder Würfel (nur die Vorderfläche ist gezeichnet) repräsentiert die Individuenzahl einer Organismengruppe, roth bezeichnet die vom Netz, blau die vom Filter gefangene Menge. Der Maßstab ist überall der Gleiche. Die Individuenzahl für 100 Liter sind eingezeichnet.

II. Mittelmeer, Syrakus.

7. XII. 1900.

Setzvolumen 0,1 cm.



III. Mittelmeer, Syrakus.

19. XII. 1900.

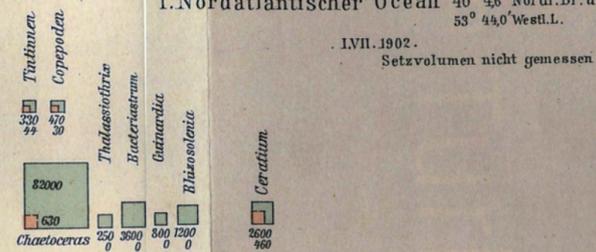
Setzvolumen 0,5 cm.



I. Nordatlantischer Ocean 40° 46' Nördl. Br. u. 53° 44' Westl. L.

1. VII. 1902.

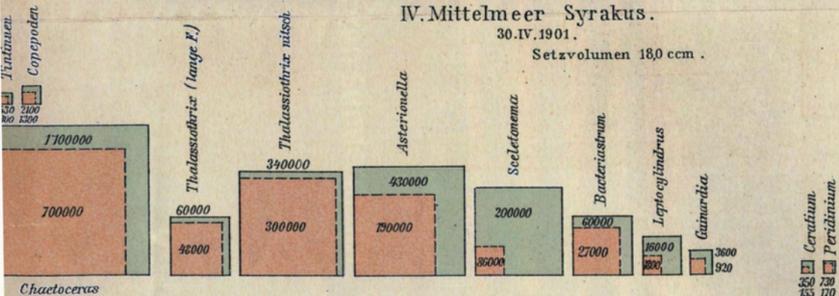
Setzvolumen nicht gemessen



IV. Mittelmeer Syrakus.

30. IV. 1901.

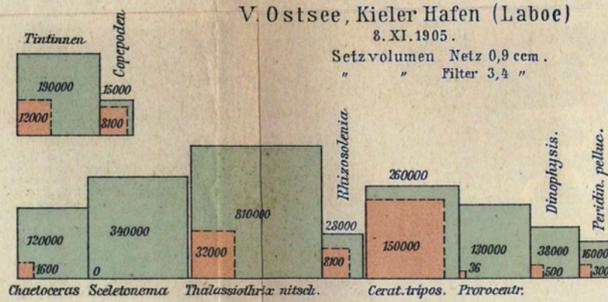
Setzvolumen 18,0 cm.



V. Ostsee, Kieler Hafen (Laboe)

8. XI. 1905.

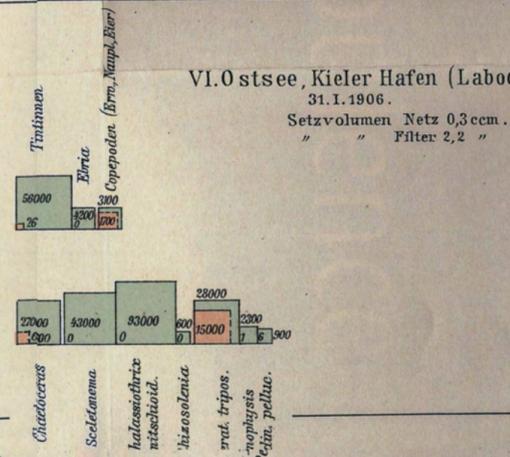
Setzvolumen Netz 0,9 cm. Filter 3,4 "



VI. Ostsee, Kieler Hafen (Laboe)

31. I. 1906.

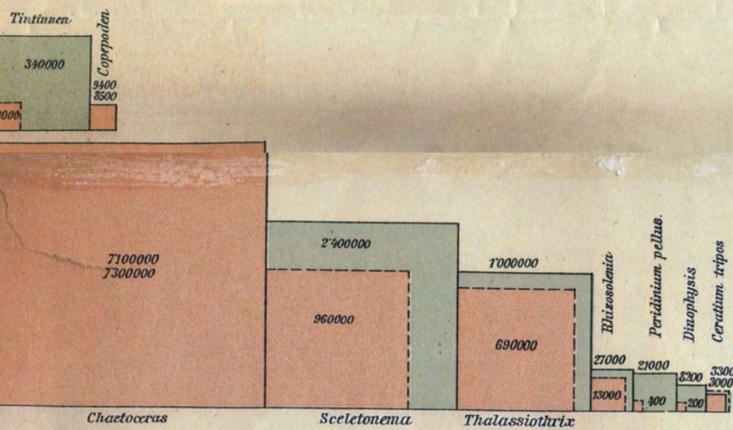
Setzvolumen Netz 0,3 cm. Filter 2,2 "



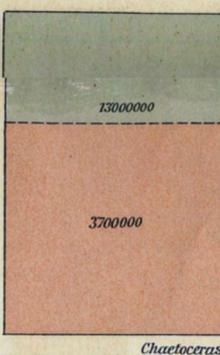
VII. Ostsee, Kieler Hafen (Laboe)

10. V. 1905.

Setzvolumen Netz 81,0 cm. Filter 22,6 "



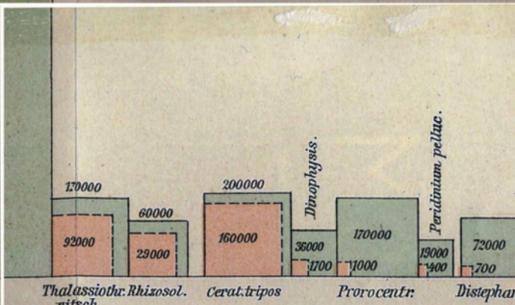
Tintinnen Copepod.



VIII. Ostsee, Kieler Hafen (Laboe)

4. X. 1905.

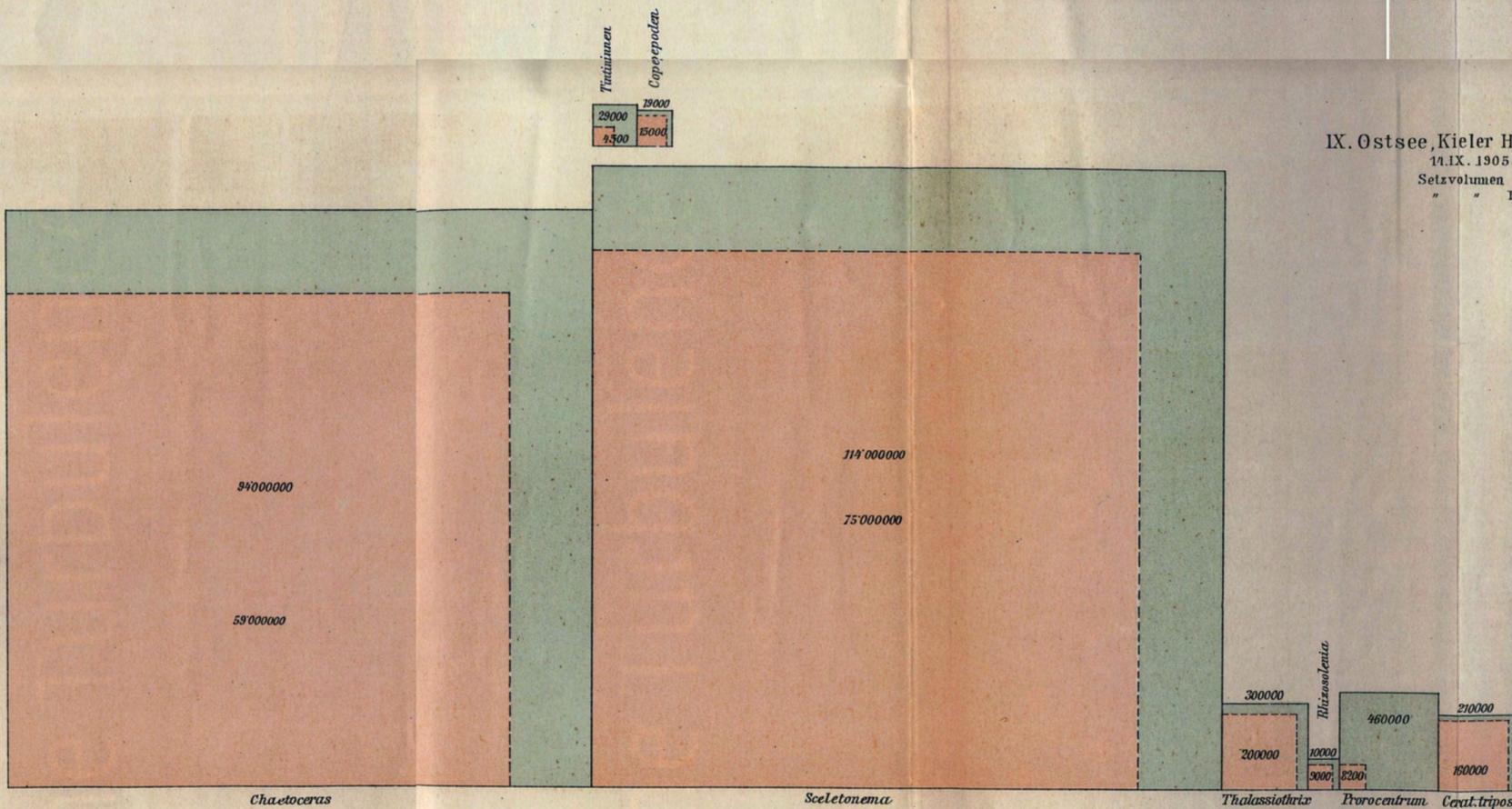
Setzvolumen Netz 16 cm. Filter 19,5 "



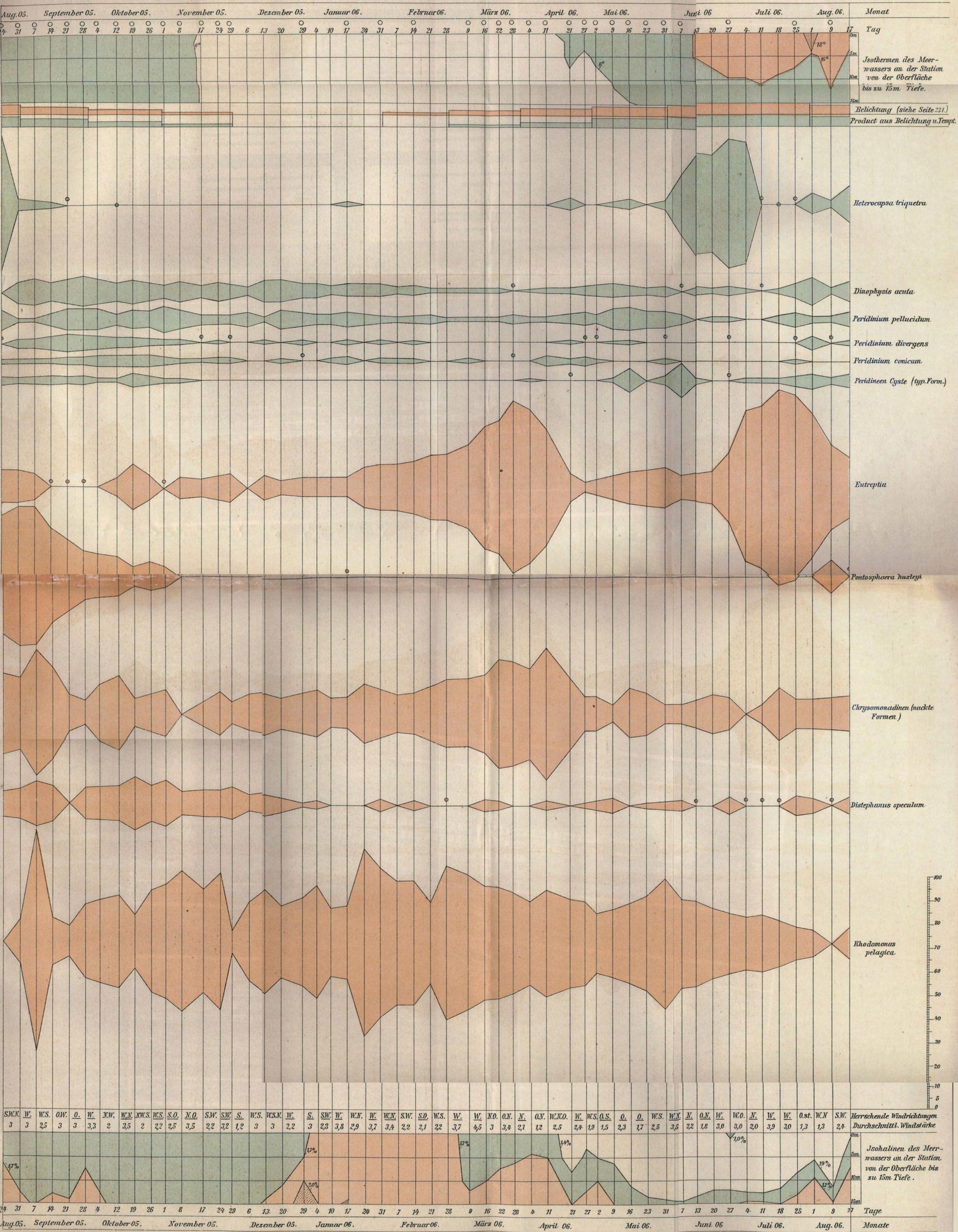
IX. Ostsee, Kieler Hafen (Laboe)

11. IX. 1905.

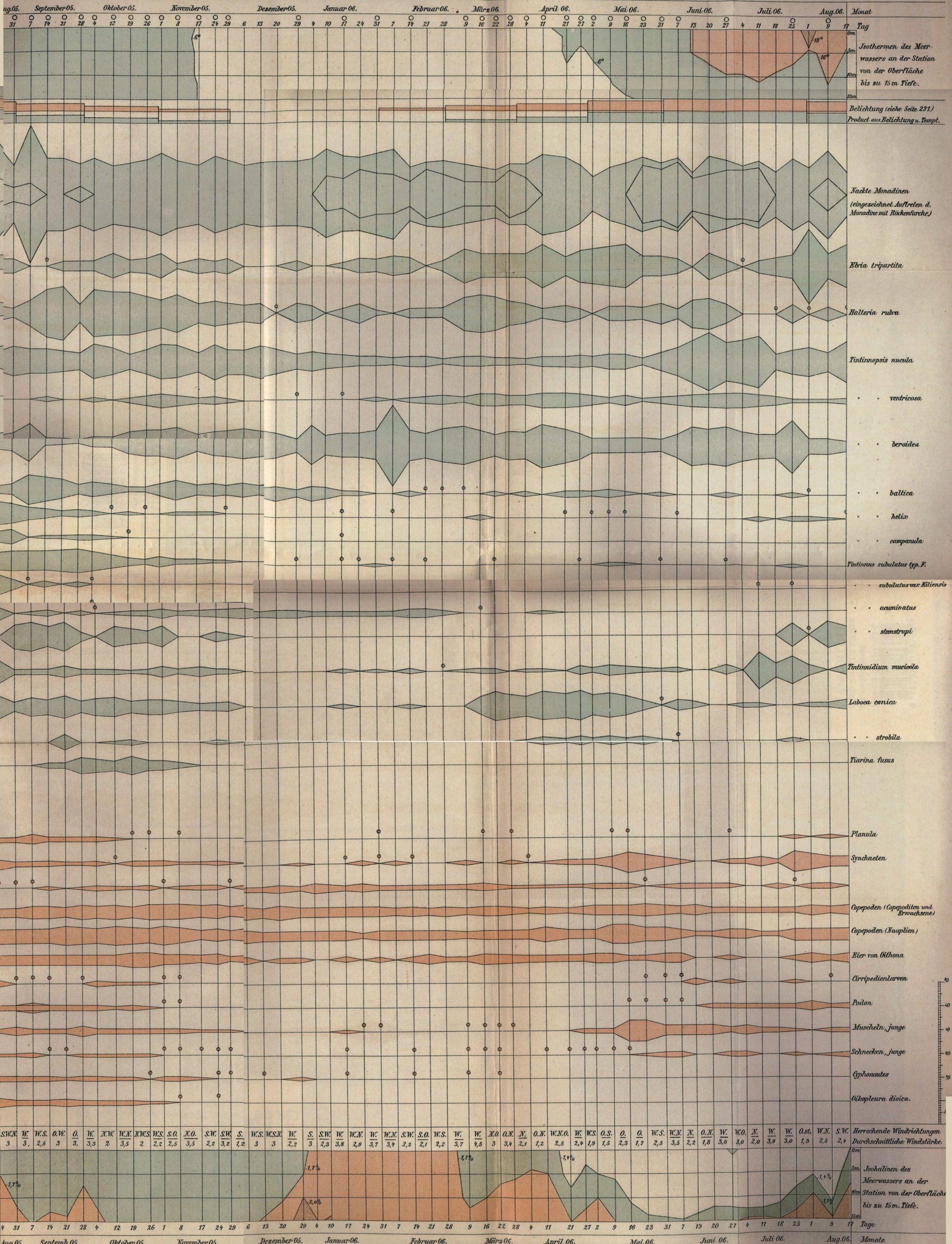
Setzvolumen Netz 315 cm. Filter 37,8 "



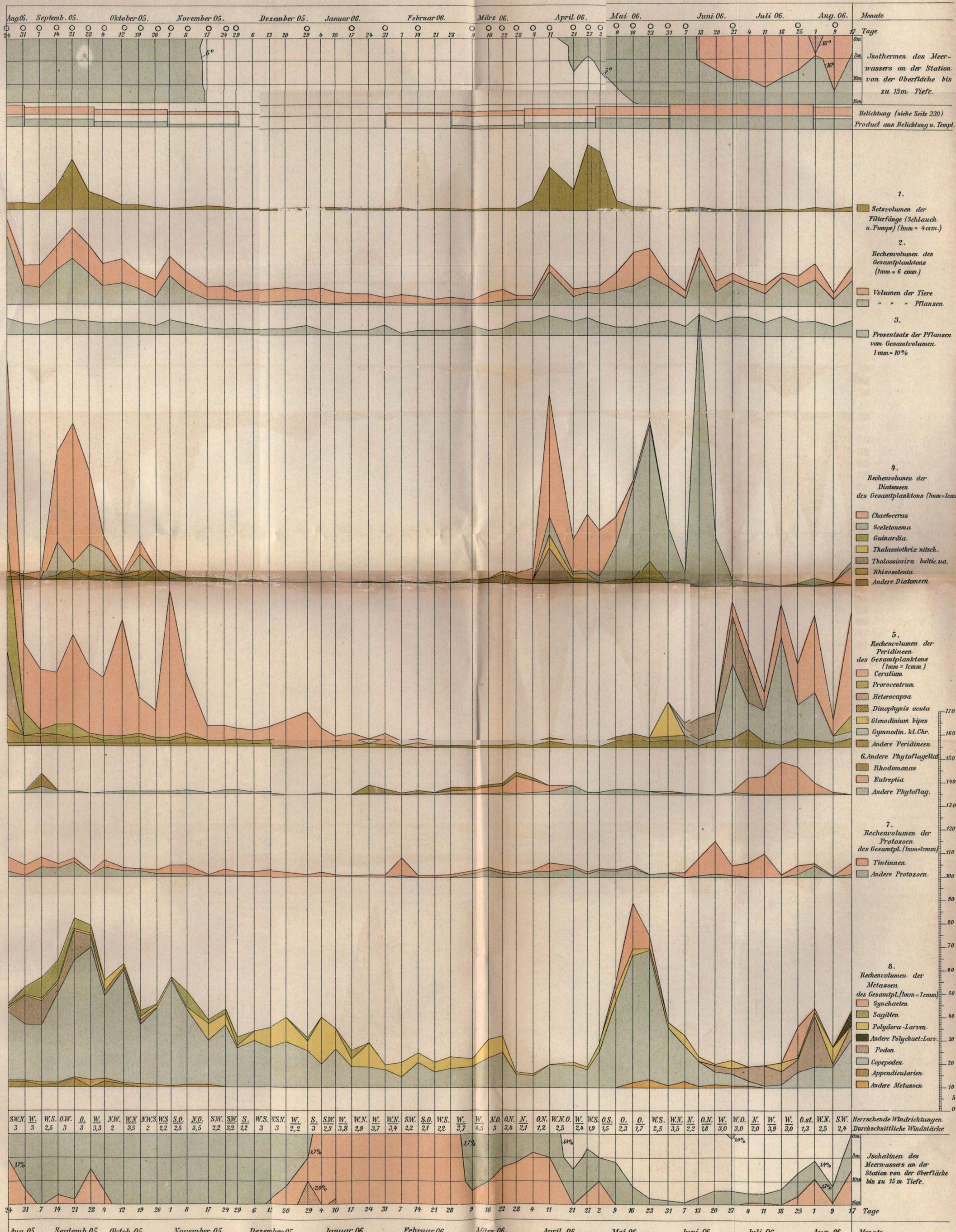
Auftreten der Peridineen und der übrigen Phytoflagellaten vom 24. August 1905 bis zum 17. August 1906 nach ihrer in 100 Litern (0,1 Cbm.) Meerwasser gefundenen Individuenzahl dargestellt in Kugelkurven (Der Maßstab ist überall der gleiche; die Zahlenwerthe für die Durchmesserlängen sind am Schluß der Arbeit vor der Tafelerklärung zusammengestellt; ein Millimetermaßstab ist rechts unten eingezeichnet).



Auftreten der Protozoen und Metazoen vom 24. August 1905 bis zum 17. August 1906
 nach ihrer in 100 Litern 0,1 Cbm. Meerwasser gefundenen Individuenzahl dargestellt in Kugelkurven (Der Maßstab ist überall der gleiche; die Zahlenwerte für die Durchmesser angeben sind am Schluß der Arbeit vor der Tafelerklärung zusammengestellt, ein Millimetermaßstab ist rechts unten eingezeichnet).



Das Volumen des in 100 Litern (0,1 Cbm.) Meereswasser nachgewiesenen Planktons während der Zeit vom 24. August 1905 bis zum 17. August 1906, dargestellt in Linearkurven. Nr. 1 Volumen nach 24 stündigem Absetzenlassen (Setzvolumen), Nr. 2-8 Volumen nach Berechnung aus den Volumina der einzelnen Arten (Rechenvolumen.)



Kurven zum Vergleich des Fangertrages der Centrifugen-, Papier-Filter- und Müllergaze-Netzfänge. (Die Individuenzahl für 100 Liter (0,1 Cbm) ist in halben Kugelkurven (nur die über der Äquatorebene liegende Hälfte ist gezeichnet) wiedergegeben.)

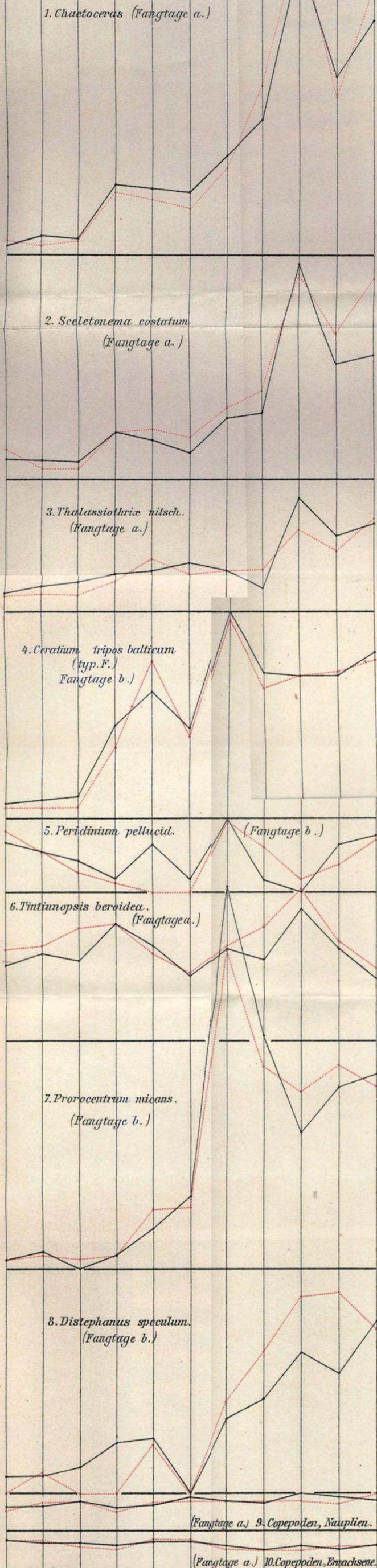
Die a. 11.06. 31.1.06. 14.II. 9.III. 16.III. 22.III. 28.III. 4.IV. 11.IV. 21.IV. 27.IV.06.
 b. 23.I.06. 31.V. 2.VI. 27.VI. 25.VII. 9.VIII.06. 24.VIII.05. 31.VIII. 7.IX. 14.IX. 21.IX.05.

Zeichenerklärung:

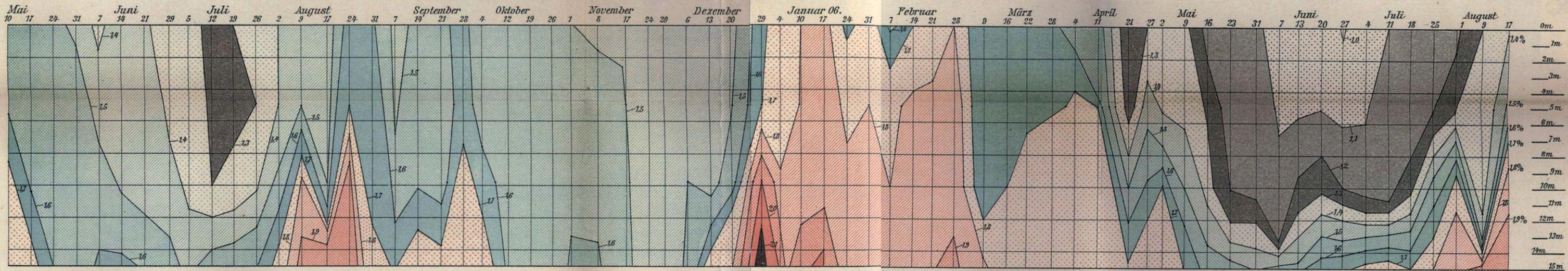
schwarz ausgezogen — oder — Zahlen aus dem Papierfilterfang
 roth Zahlen aus den Centrifugenfängen
 " " " Netzfängen

I. Centrifugen- und Papierfilterfänge.

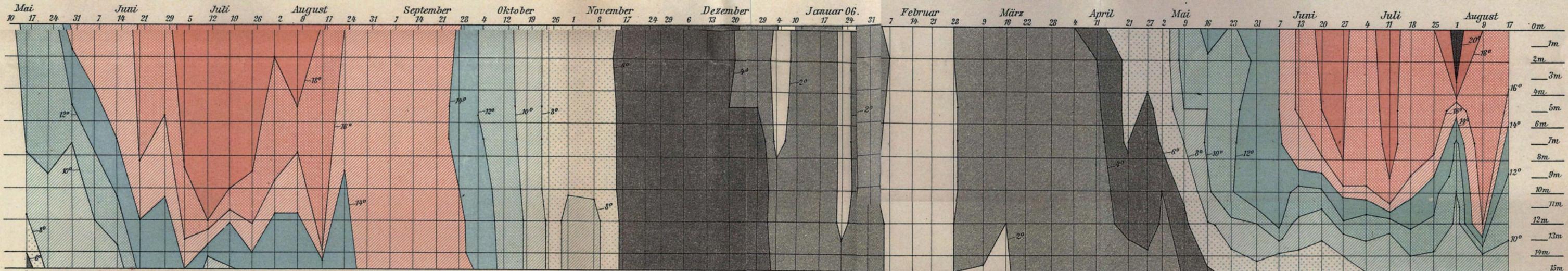
II. Netz- und Papierfilterfänge.



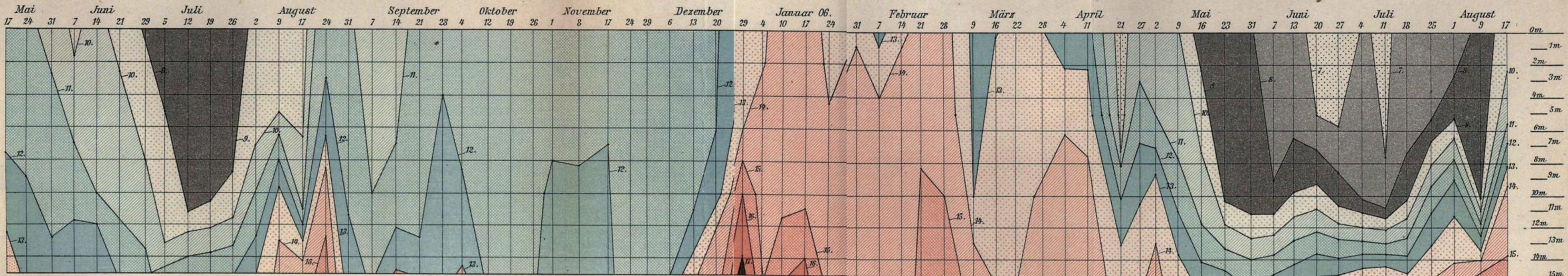
I. Isohalinen¹⁾ des Wassers an der Station während der Zeit vom 10.Mai 1905 bis zum 17.August 1906 in der Wasserschicht von 0-15m Tiefe .



II. Isothermen¹⁾ des Wassers an der Station während der Zeit vom 17.Mai 1905 bis zum 17.August 1906 in der Wasserschicht von 0-15m Tiefe.



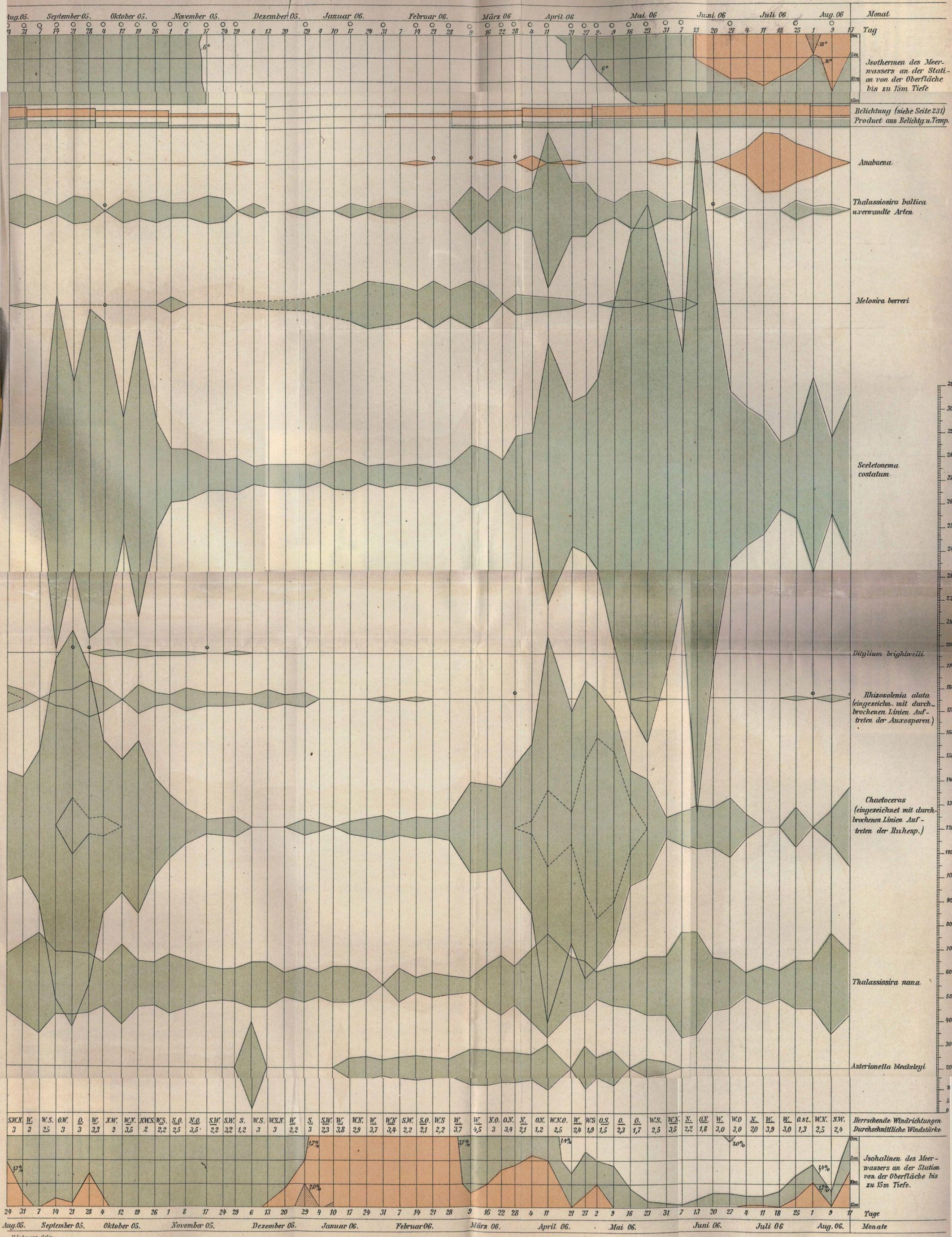
III. Linien gleichen und spezifischen Gewichtes¹⁾ an der Station während der Zeit vom 17.Mai 1905 bis zum August 1906 in der Wasserschicht von 0-15m Tiefe.



H. Lohmann delin.

¹⁾ Die in die Kurven eingedruckten Zahlen bezeichnen die Werte in den Grenzlinien, auf welche der ihnen beigegebene Führungsstrich hinführt.

Auftreten der Schizophyceen und Diatomeen vom 24. August 1905 bis zum 17. August 1906 nach ihrer in 100 Litern (0,1 Cbm.) Meerwasser gefundenen Individuenzahl dargestellt in Kugelkurven (Der Maßstab ist überall der gleiche; die Zahlenwerthe für die Durchmesserlängen sind am Schluß der Arbeit vor der Tafelerklärung zusammengestellt, ein Millimetermaßstab ist rechts unten eingezeichnet).



H. Lohmann delin.