

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.

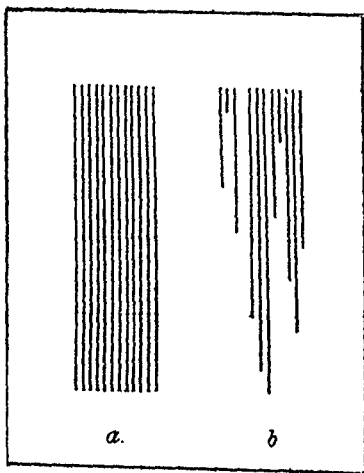


Fig. 1. Schematische Darstellung der Abweichung des Netzplanktons vom Vollplankton.

- 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 -

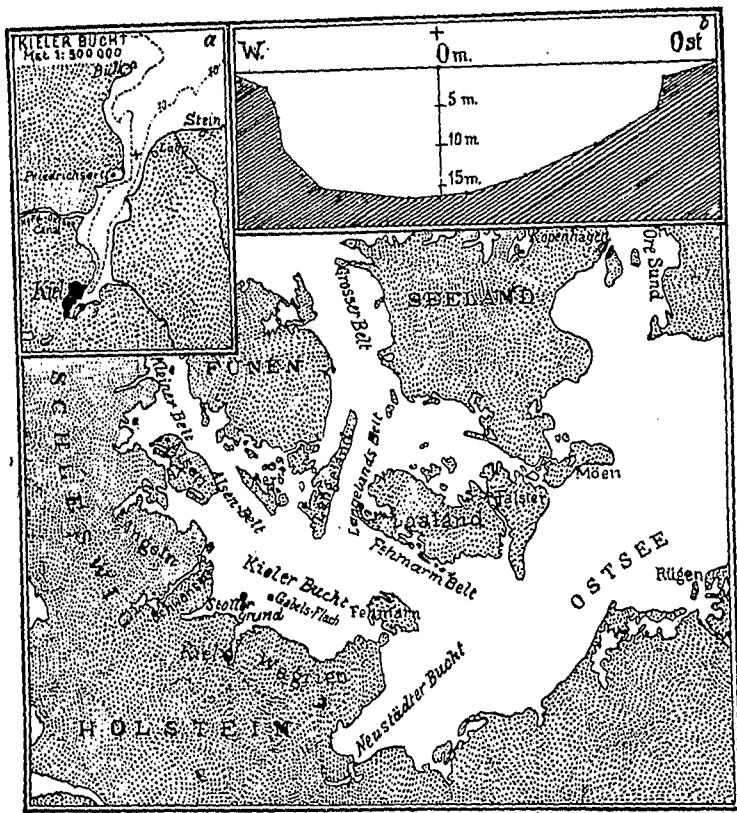
Stickstoff-Bestimmung entnommen wurden. Außerdem wurde Wassertemperatur in verschiedenen Tiefen, Durchsichtigkeit des Wassers und Stromrichtung festgestellt. Die Netzfänge wurden so verteilt, daß die Hälfte derselben gleich nach Ankunft und Verankerung des Schiffes, die andere Hälfte kurz vor Beendigung 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 filtrierte 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) filtrierte 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 filtrierte 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.	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			
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 all.	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 9200000 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.	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.
		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		
18. <i>Exuviaella baltica</i> n. sp.	N. — A. — VI. —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	all.	all.
19. <i>Prorocentrum micans</i> Stein	N. — A. 650 VI. all.	—	350	380	410	130000	—	300000	1400000	170000	460000	—	56	all.
20. <i>Glenodinium trochoideum</i> Stein	N. — A. — VI. —	—	230000	300	3100	3700	300	—	270000	1900	—	180	all.	all.
21. <i>Heterocapsa triquetra</i> Stein	N. — A. — VI. —	—	28000000	—	610	—	—	41000	260000	—	900	1900	all.	all.
22. <i>Ceratium fusus</i> Duj.	N. 3300 A. 11000 VI. 3	240	830	12000	7600	24000	300	12000	57000	110000	47000	250	1,3	3
23. <i>Ceratium furca</i> Duj.	N. — A. — VI. —	—	—	—	—	15	—	—	—	9	—	—	18	206
24. <i>Ceratium longipes</i> Bail.	N. 70 A. 84 VI. 1,2	82	350	170	58	42	50	350	1700	230	1300	700	1,2	6
25. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller, form. <i>typica</i>	N. 14000 A. 28000 VI. 2	46000	60000	15000	23000	154000	600	89000	170000	150000	160000	3300	1,0	2
26. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller, form. <i>lineata</i>	N. — A. — VI. —	—	—	—	63	30	—	—	—	210	20	—	25	all.
27. <i>Ceratium tripos balticum</i> O. F. Müller, form. <i>lata</i>	N. — A. — VI. —	—	—	—	all.	43	—	—	all.	25	235	—	3	all.
28. <i>Peridinium depressum</i> Bail.	N. v. A. all. VI. —	—	—	—	—	6	5	53	26	160	800	13	1,1	all.
29. <i>Peridinium divergens</i> Ehbq.	N. 15 A. 200 VI. 13	7	—	8	93	200	—	8	310	3300	1800	33	1,2	100
30. <i>Peridinium pellucidum</i> Bergh.	N. 6 A. 910 VI. 151	—	240	820	17	310	—	80	100	390	700	420	12	all.
31. <i>Peridinium conicum</i> Gran.	N. — A. 200 VI. all.	—	—	87	v.	6	v.	23	27	1200	300	100	1,0	all.
32. <i>Peridinium pallidum</i> Ostenf.	N. 1 A. 300 VI. 300	—	—	—	12	—	—	—	180	180	100	570	1,7	300
33. <i>Peridinium</i> sp.?	N. — A. — VI. —	—	110000	—	—	—	—	35000	140000	5000	6000	—	all.	all.
34. <i>Protoceratium reticulatum</i> Cl. et L.	N. — A. — VI. —	—	—	58	—	—	—	—	v.	—	50	96	28	all.
35. <i>Dinophysis acuta</i> Ehbq.	N. 1 A. 1800 VI. 1800	—	2600	930	1200	520	—	—	1300	1500	1400	220	16	all.
36. <i>Dinophysis acuminata</i> Jörg.	N. — A. 400 VI. all.	—	470	78	—	310	—	—	58000	2800	200	—	11	all.
37. <i>Dinophysis rotundata</i> Cl. et L.	N. — A. 84 VI. all.	—	240	260	190	1700	—	—	22	170	150	16	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.	— 35 16000 457	— 660 72000 109	— 4400 130000 29	— 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 40	— — 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	— 41 810 all.	— v. 3700 x.	— 900 3100 3	— 2500 200000 80	— — —	3	all.
49. <i>Tintinnopsis nucula</i> Fol.	N. A. VI.	— 1200 300	— 810 120000 148	— 40 1600 40	— 9 4200 466	— 5900 82000 14	— 70 900 13	— 490 25000 51	— 530 8600 16	— 8500 95000 11	— 1700 38000 22	— 4100 87000 21	— — —	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 55	— 24 56 2	— 880 4500 5	— 5000 38000 7	— 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>Cyrtarocylis helix</i> Cl. et L.	N. A. VI.	— — —	— — —	— — —	— 1 (all. !)	— — —	— — —	— 1400 720	— 1700 5700	— 510 740	— 1100 2000	— — —	— — —	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	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.	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		
		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: *Cyttarocylis 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 Chrysomadinen, Rhodomonas und Monadinen.

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 Chrysomonaden, 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, Cryptomonaden, 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 Taffelfiltration 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</i> , Summe	411	614	1,5
Globigerinen	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 scalarius</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 Müllergaze-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 Amoeben 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 filtriert, konnten mittelst desselben nur 20—25 Liter filtriert werden, während mit der Müllergaze 100 Liter filtriert 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. ($35-80 \mu$)	—	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 Monaden, 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.

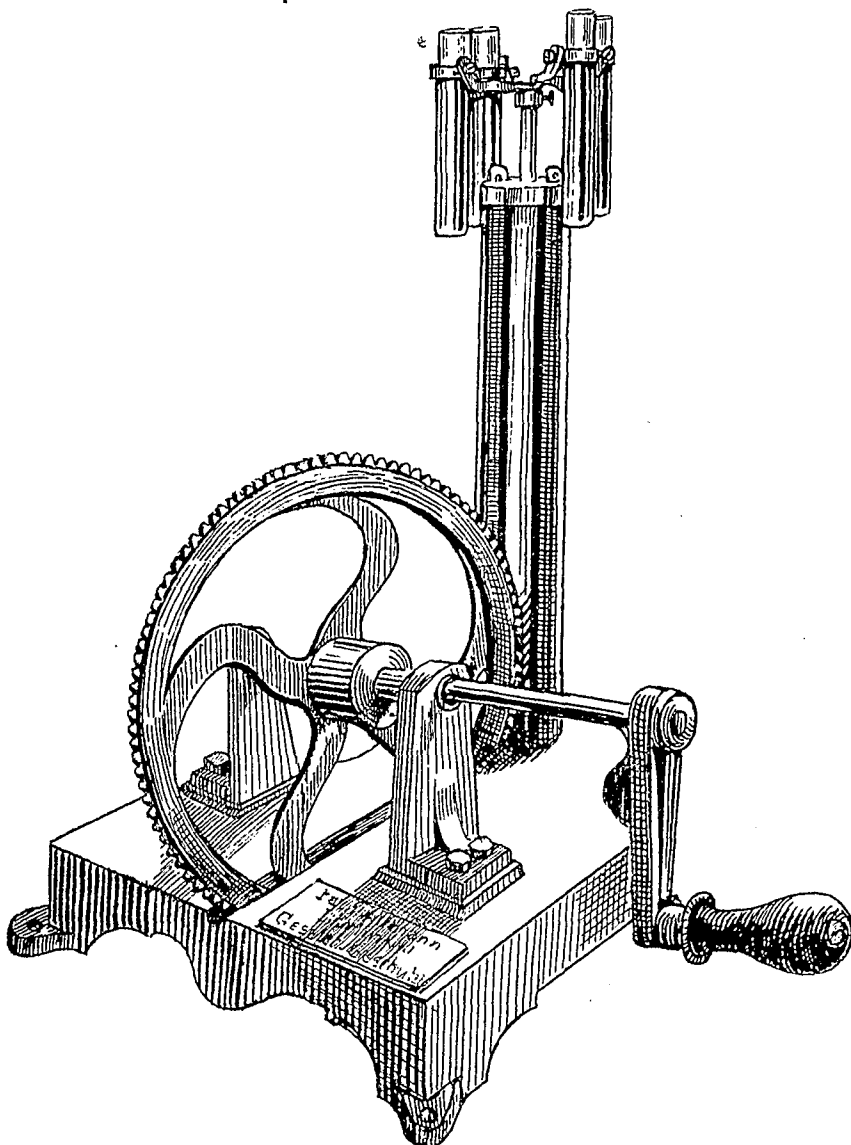


Fig. 3. Centrifuge von Altmann mit Zahnradtrieb, wie sie für die Gewinnung des Planktons verwandt wurde.

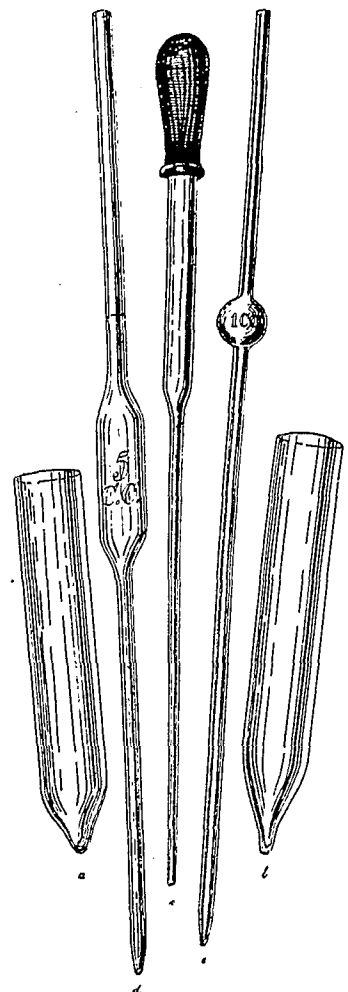


Fig. 4. Centrifugengläser (a, b) und Pipetten zur Entnahme des Sedimentes aus den Gläsern (c) und zur Entnahme einer bestimmten Wassermasse aus den Schöpfproben (d, e).

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

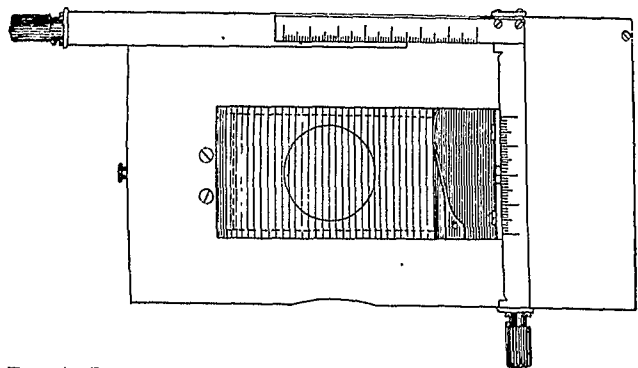


Fig. 5. Beweglicher Zähltablett von Zwickert, für jedes Mikroskop verwendbar ($\frac{1}{2}$ natürlicher Größe).

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 Küstengebiet 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>Cyrtarocyclus 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 Kettzellen	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

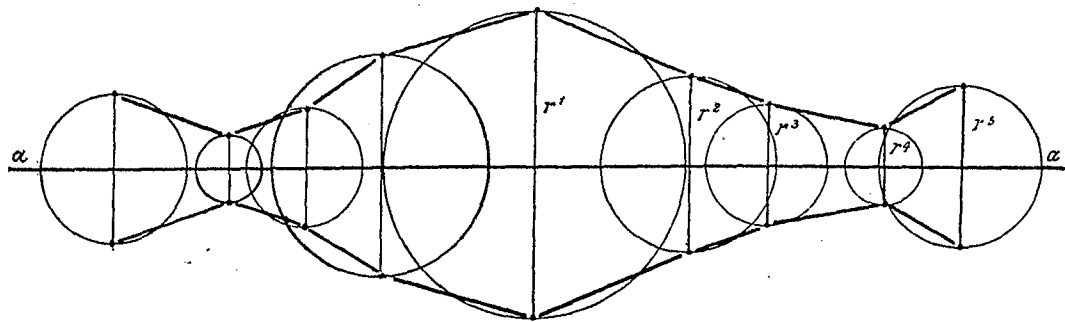


Fig. 6. Schema zur Erläuterung der Kugelkurven.

a—a Äquatorebene, $r-r^5$ 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 Staubentwicklung 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 Umrisskizzen bei einer geeigneten Vergrößerung (etwa 300mal) nach dem Original her und bildet nun in dem leicht bildsamen 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 $C\mu$

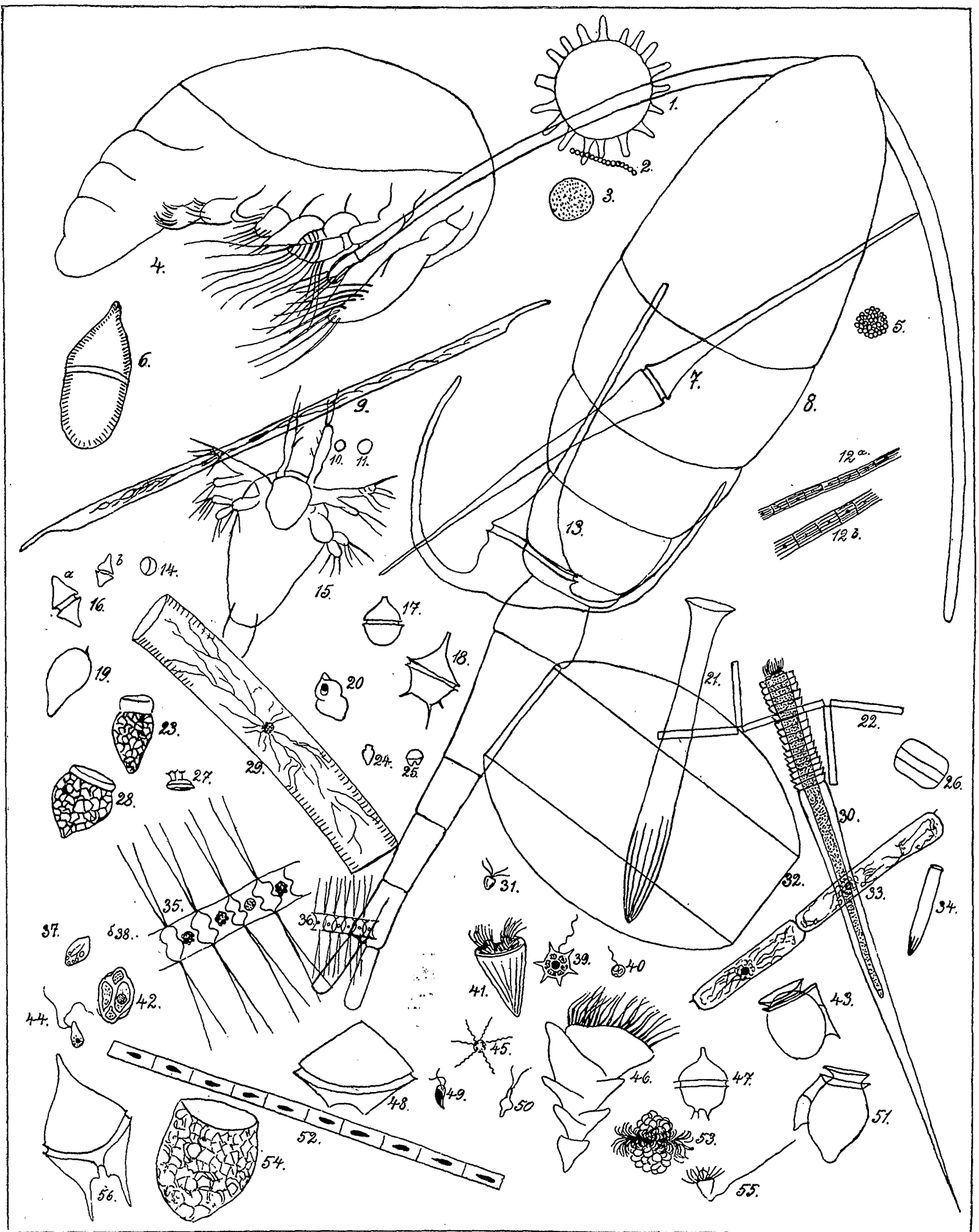
Tabelle XI. (Fortsetzung.)

Volumen von 1 Individuum verschiedener Planktonformen.

Volumen von 1 Individuum in $c\mu$	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 $c\mu$ 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 $c\mu$ Masse besitzen. Nach B. Fischer (1894, Die Bakterien des Meeres in: Ergebnisse der Plankton-Expedition pag. 60) rechnet man als Volumen einer Bakterienzelle 1 $c\mu$; 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 $c\mu$ mißt (*Calycomonas gracilis* n. sp.), sowie eine Thalassiosira-Art (*nana* n. sp.) von 30 $c\mu$ Masse. Erheblich größer ist die kleinste Peridinee (*Amphidinium rotundatum* n. sp.) von 300 $c\mu$ Volumen; von den übrigen Protophyten nimmt die Coccolithophoride (*Pontosphaera huxleyi*) die niedrigste Stufe mit 100 $c\mu$ Masse ein. Die Mehrzahl der Protisten bewegt sich zwischen den Werten von 1000 und 200000 $c\mu$ 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 $c\mu$ Masse besitzt. Die größte Peridinee im Laboer Plankton war *Peridinium divergens*, in der großen Varietät von 250000 $c\mu$ Volumen; das größte Protozoon erreichte in *Didinium nasutum* Müll. 345000 $c\mu$. Das Maximalvolumen aller Protisten besitzt hier *Coscinodiscus concinnus* mit 800000 $c\mu$, also fast 1 000 000 $c\mu$ = 0,001 cmm Masse.

Die Gewebstiere überschreiten im Ostseeplankton ausnahmslos das Volumen von 100000 $c\mu$ und nähern sich bereits in den kleineren Formen 1 000 000 $c\mu$, ein Volumen, das von den größeren ganz erheblich überschritten wird und bei *Centropages* z. B. 46 000 000 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 400 000 000 $c\mu$ = 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 $c\mu$ messen.



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.9.
- 10.11.12.
- 12^a 13.
- 14.
- 15.
- 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.
- 49.
- 48.51.5
- 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 <i>typica</i> . | 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

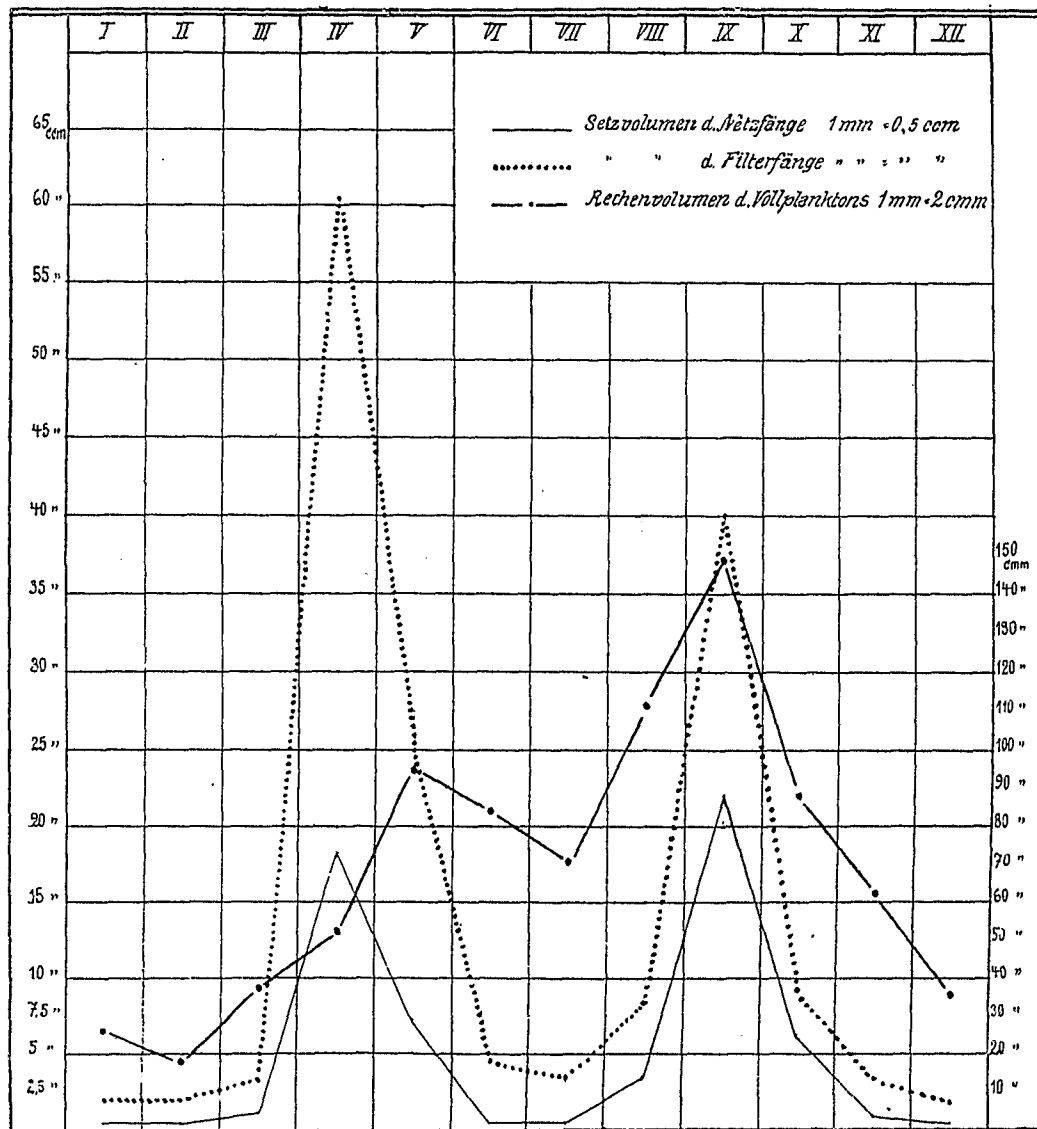


Fig. 8. Vergleich zwischen Setz- und Rechenvolumen der Planktonfänge.

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-

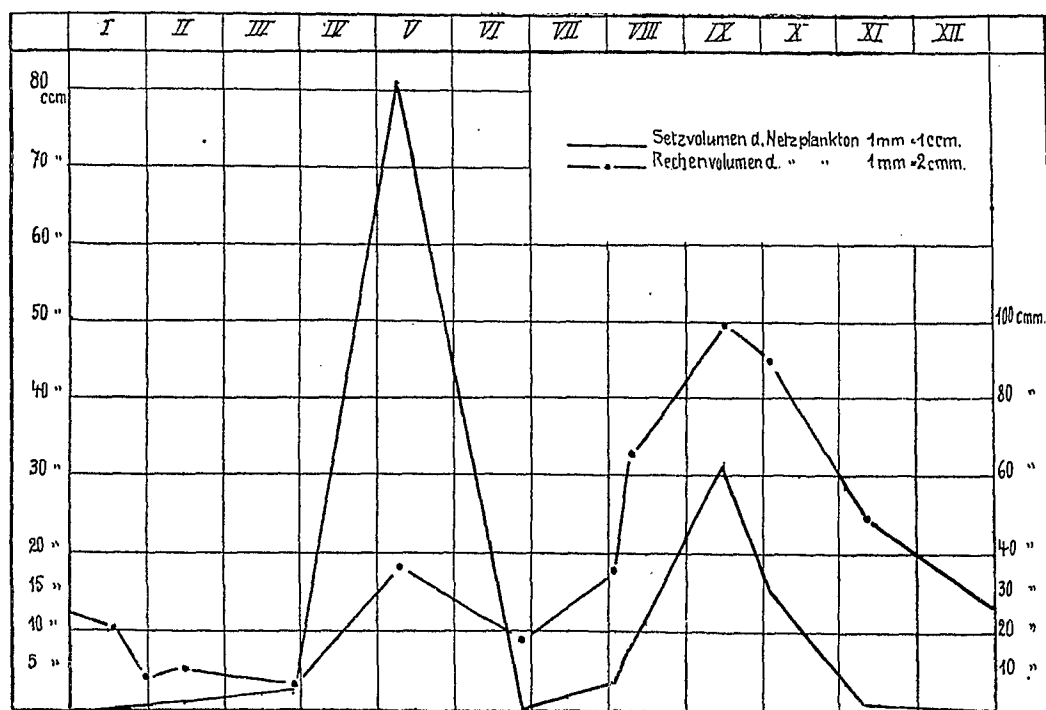


Fig. 9. Vergleich zwischen Setzvolumen und Rechenvolumen der Netzfänge.

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).

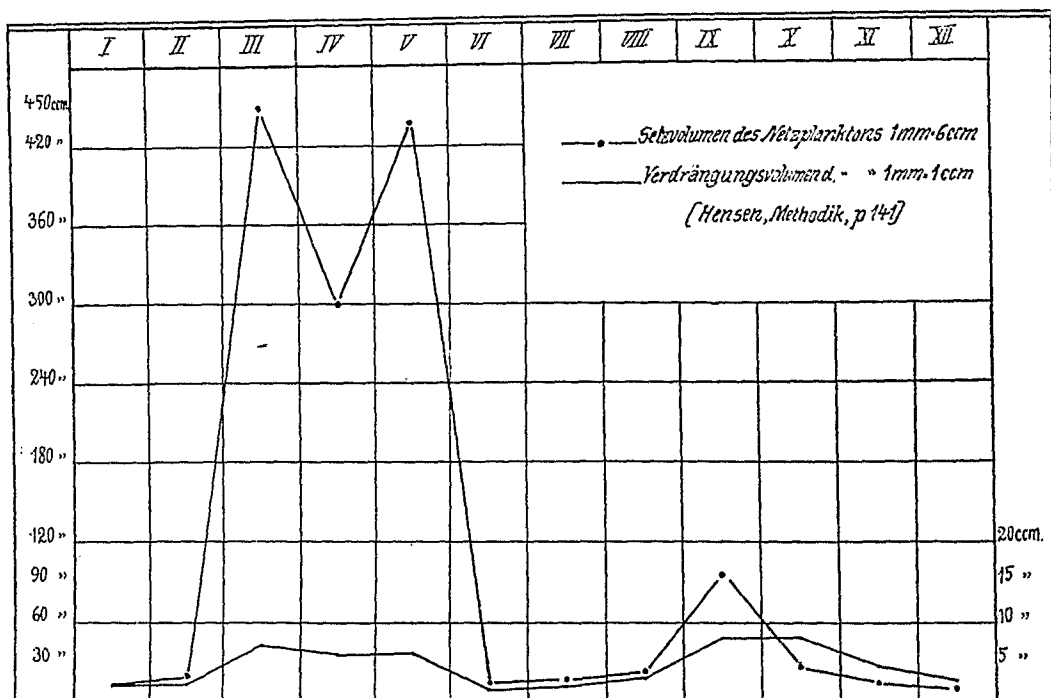


Fig. 10. Vergleich zwischen Setz- und Verdrängungsvolumen der Netzfänge.

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

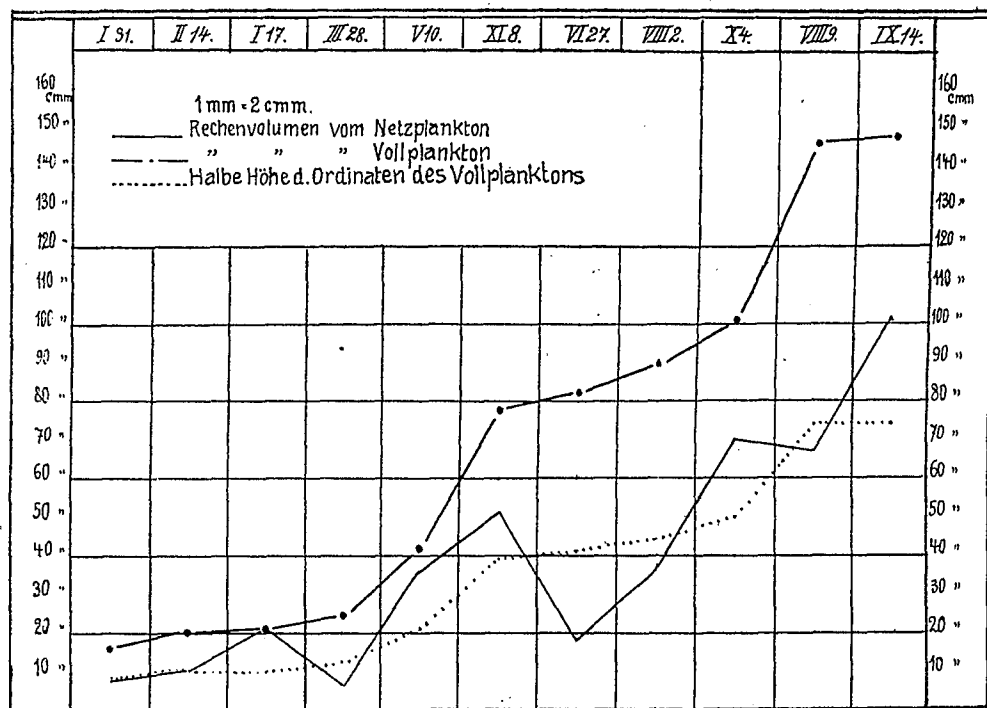


Fig. 11. Vergleich von Netz- und Vollplankton nach dem Volumen.

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.

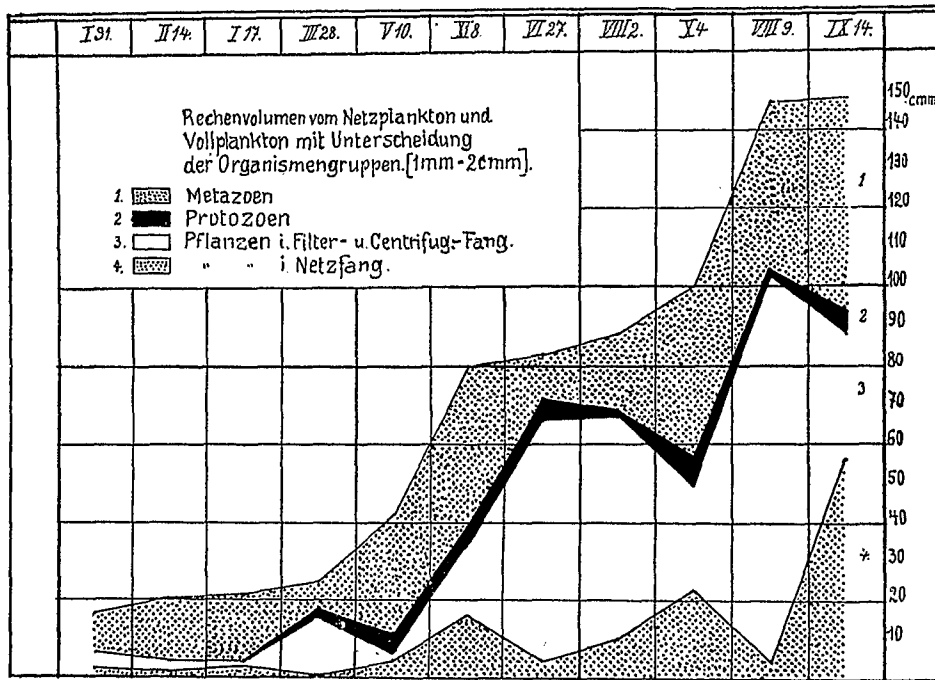


Fig. 12. Vergleich von Netz- und Vollplankton nach dem Rechenvolumen nebst Unterscheidung der Organismengruppen (1 und 4 gibt den Netzfang, 2 und 3 den Netzfangverlust an).

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 Gewebstiere 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>Cyrtarocylis 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 Gabelsflach und der Kolberger Heide mit einer Breite von 5 km und einer Mindesttiefe 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, „Gabelsflach“ genannt, außerhalb der Förde, SO. von Gabelsflach 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

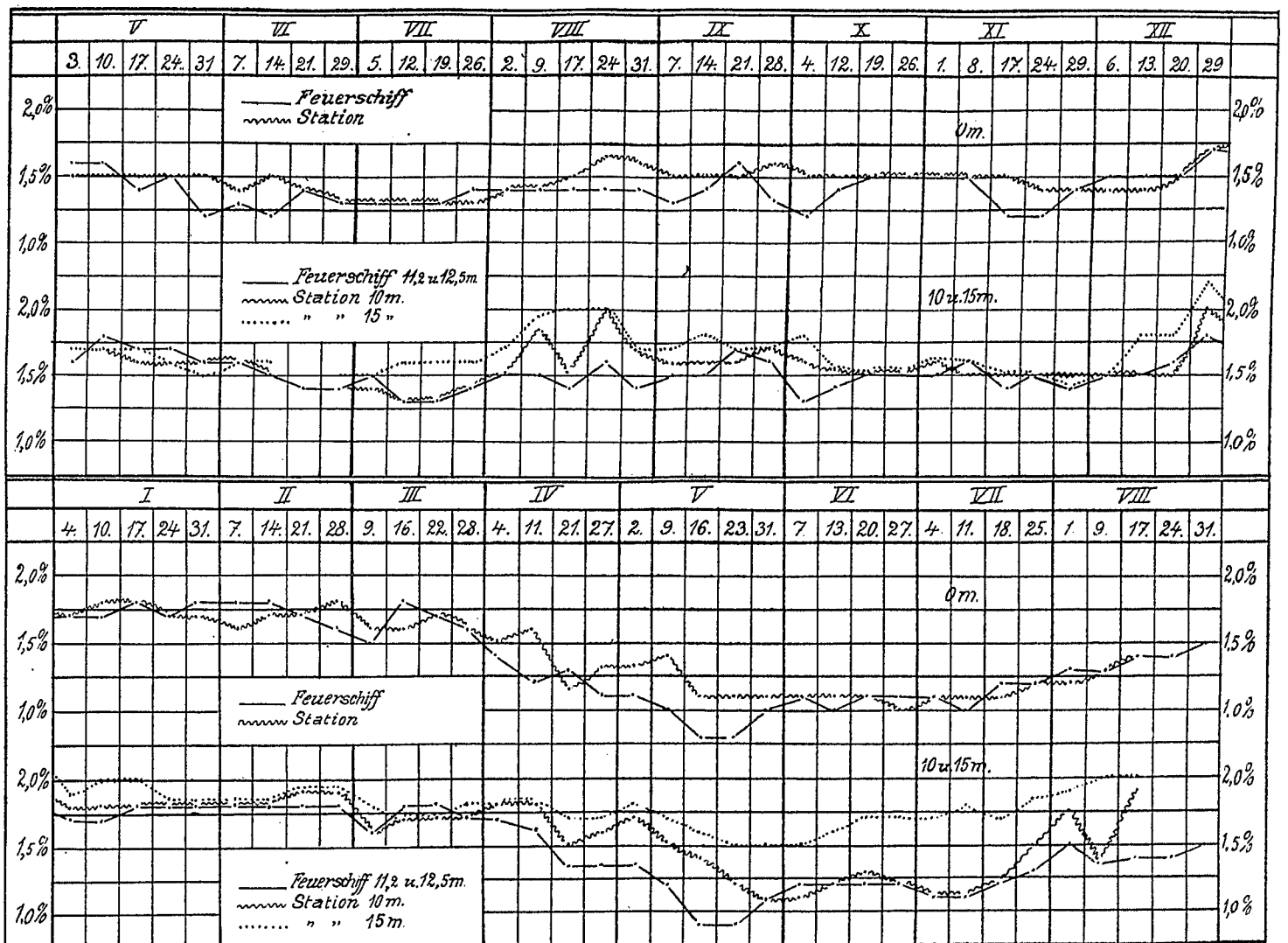


Fig. 13. Vergleich zwischen dem Salzgehalt des Meerwassers an der Position des Feuerschiffes Stollergrund-Gabelsfloch und an der Station bei Laboe.

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

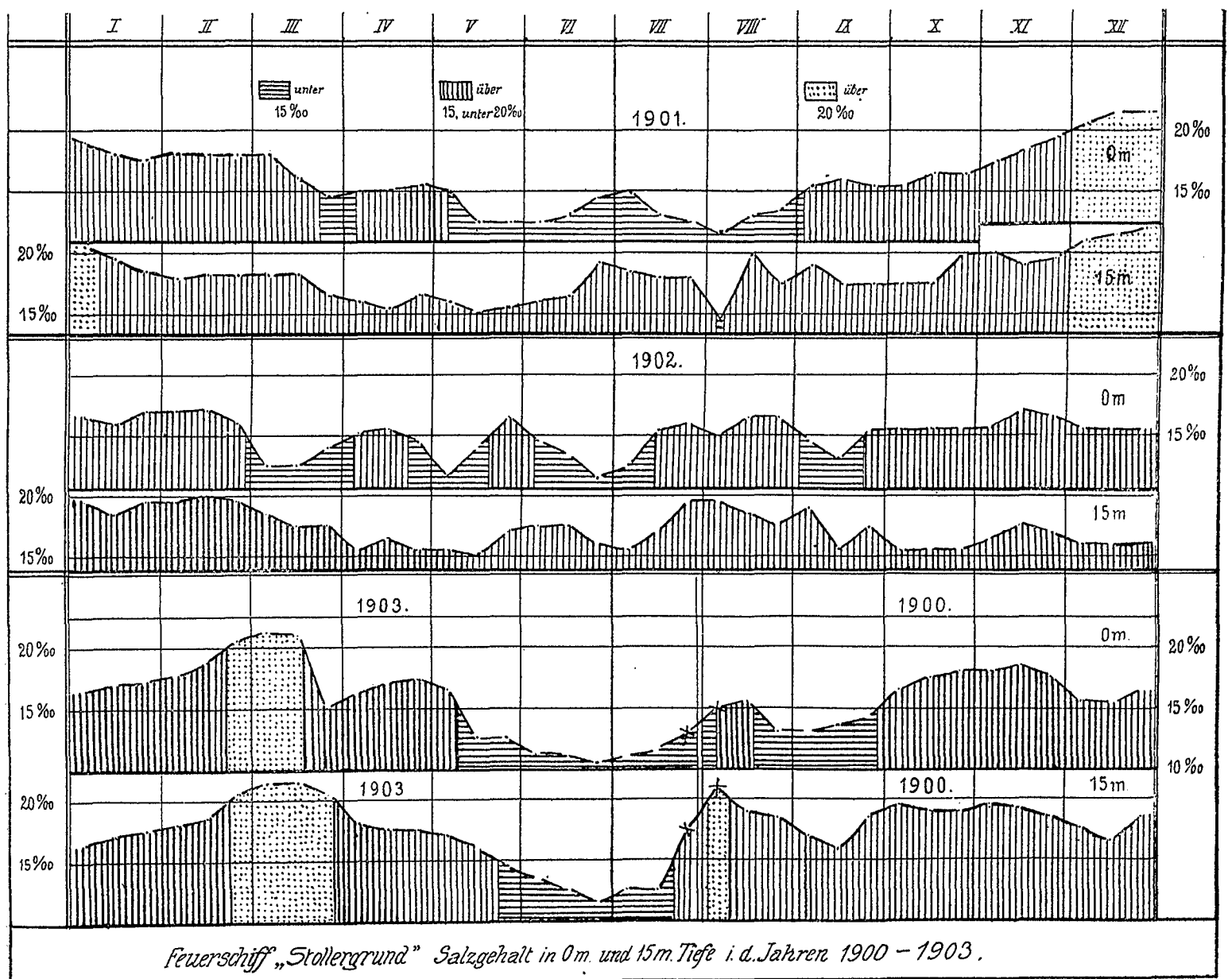


Fig. 14. Vergleich verschiedener Jahre (1901—03) nach dem auf dem Feuerschiff Stollergrund beobachteten Salzgehalt des Meerwassers in 0 und 15 m Tiefe (nach den von Kohlmann zusammengestellten Dekadenmitteln).

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°

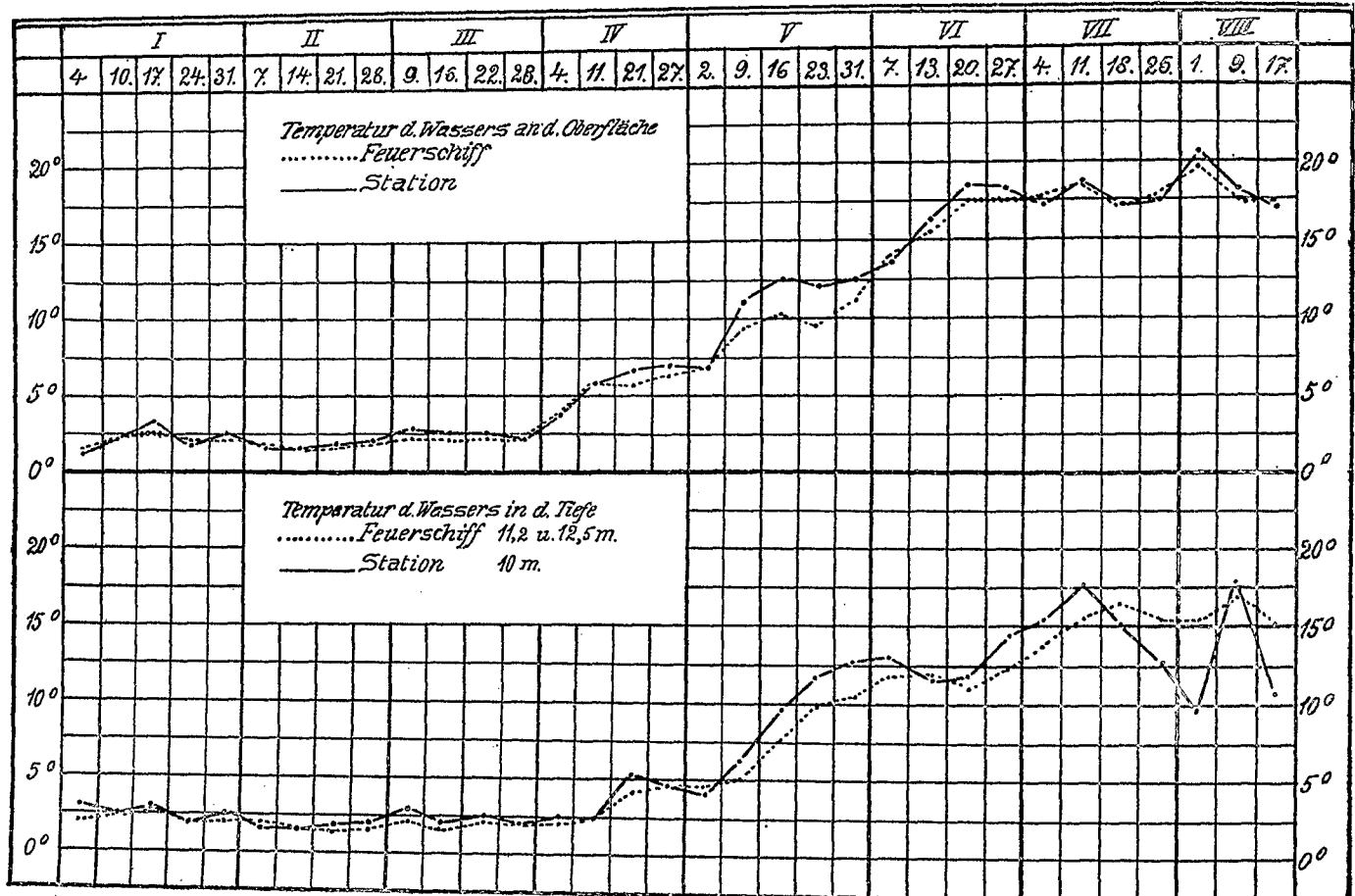


Fig. 15. Vergleich der Wassertemperatur an der Position des Feuerschiffes Stollergrund/Gabelsflach und an der Station bei Laboe.

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

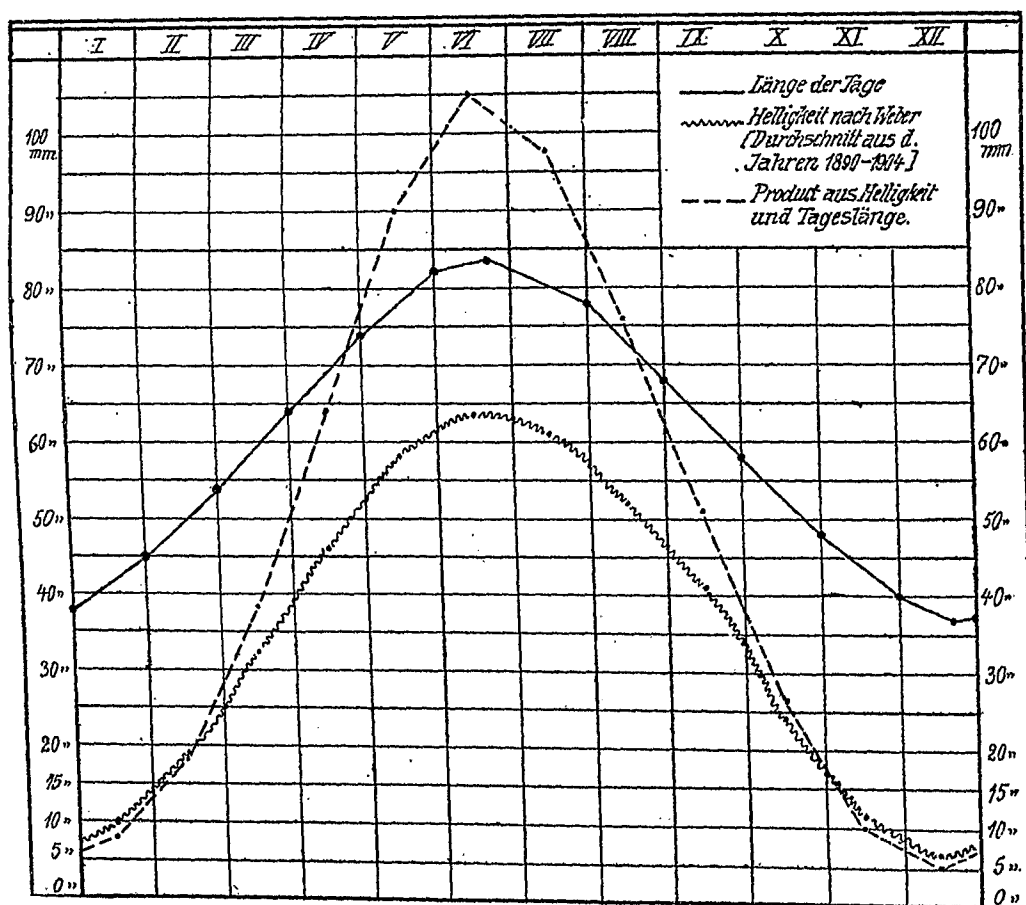


Fig. 16. Kurven zur Darstellung des Wechsels der Belichtungsstärke im Jahr.

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).

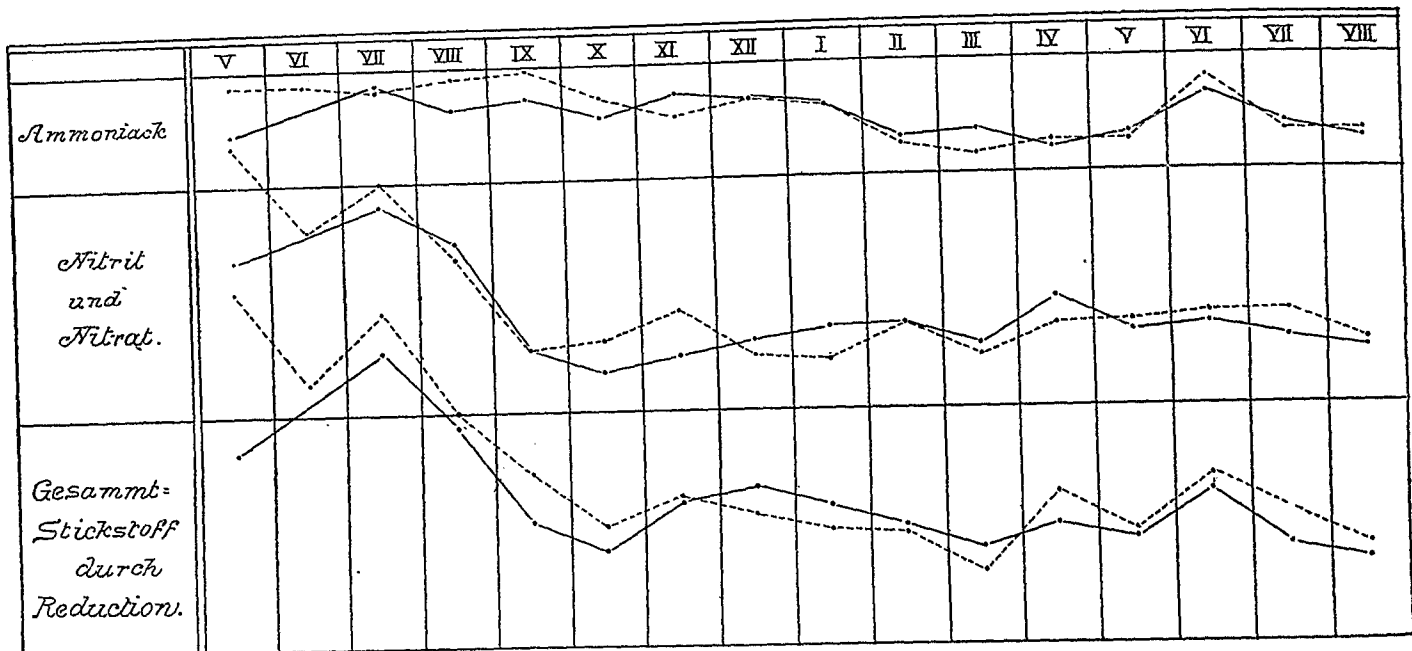


Fig. 17. Kurven für den Stickstoffgehalt des Meerwassers an der Station nach den Monatsmitteln, 1905 und 1906.
 — 5 m, 15 m; 1 mm = 0,010 mgr.

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) 1800 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) 27 1	(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.)	

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.	v.	0,016 (1905: 0,082)
3. <i>Anabaena</i>	—	v.	—	—	v.	—	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	0,114
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.	—	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.	v.	60,6
9. <i>Biddulphia</i> , alle	v.	v.	v.	v.	v.	v.	v.	1,0	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>Meriangosphaera</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 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

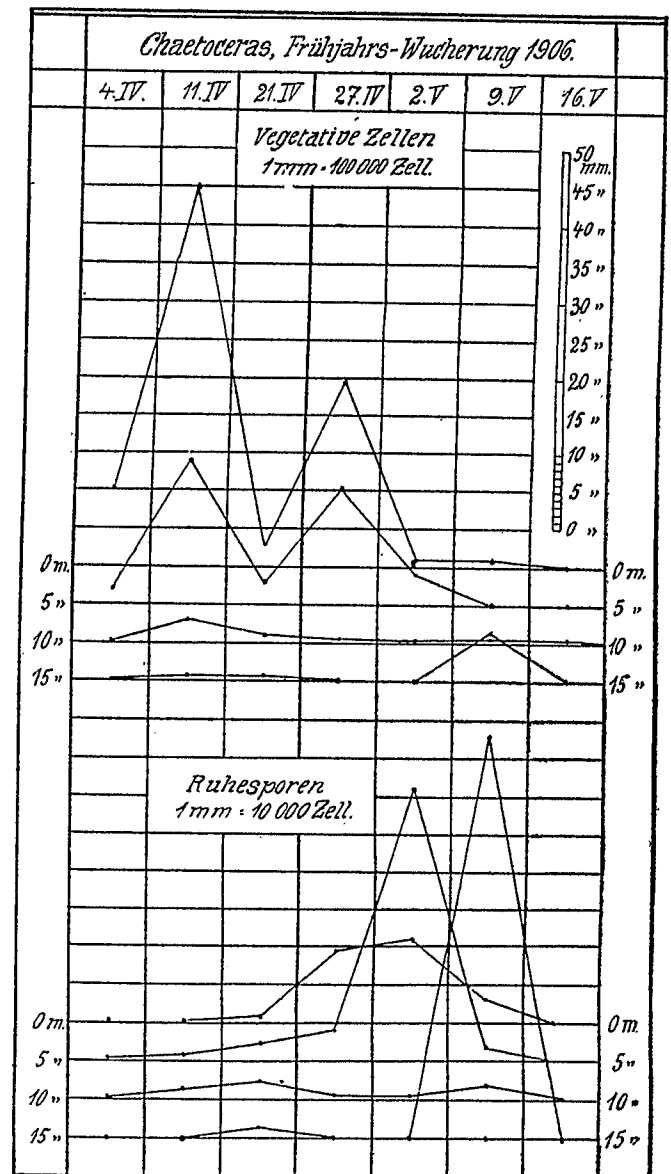


Fig. 18. Auftreten von Chaetoceras.