

Quantitative Untersuchungen  
von Planktonfängen des Feuerschiffes  
„Fehmarnbelt“  
vom April 1910 bis März 1911.

---

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
der hohen philosophischen Fakultät  
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

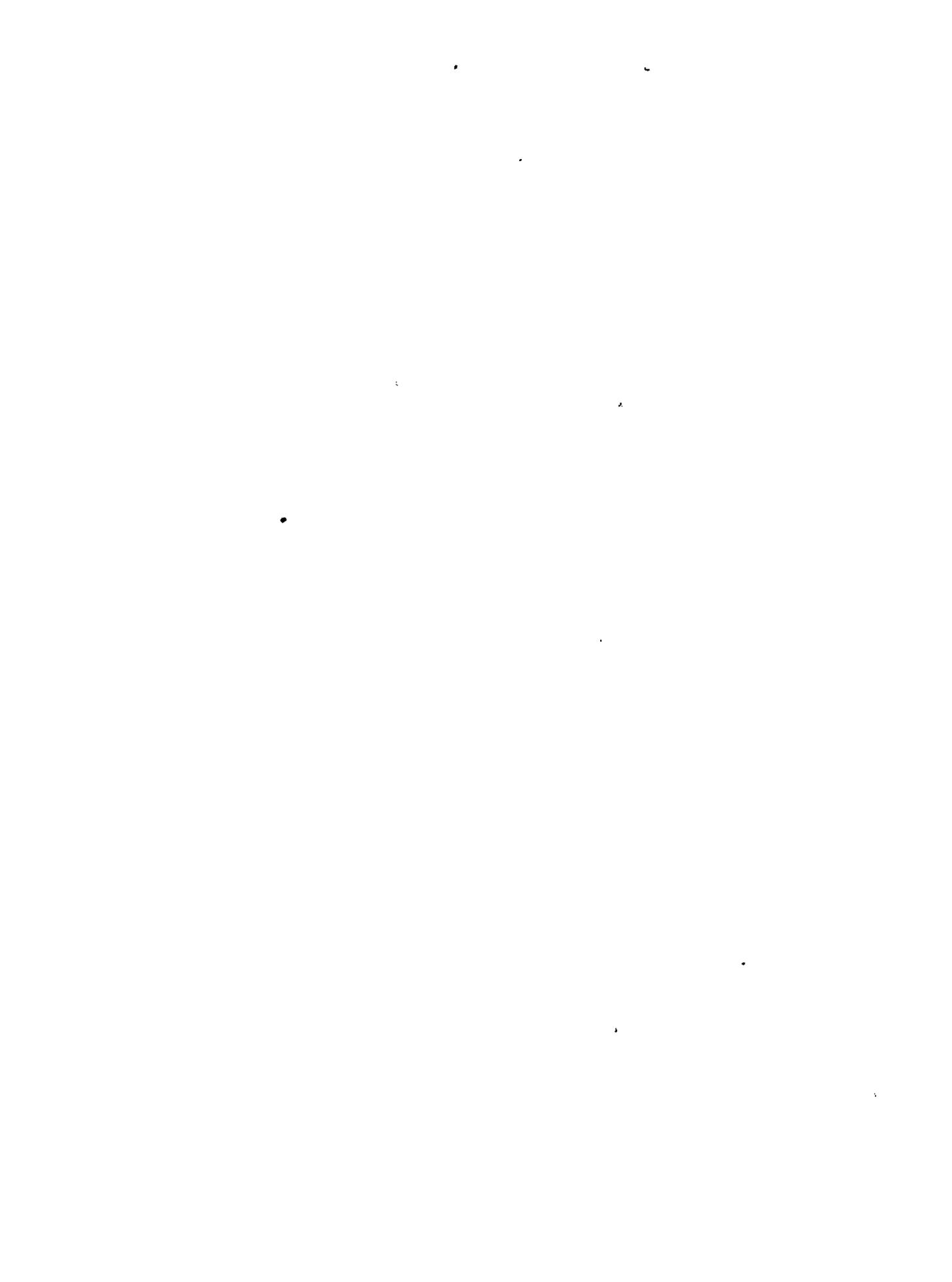
**Theodor Büse.**



---

Kiel 1915.

Druck: Heider Anzeiger, G. m. b. H., Heide.



D 1100

**Quantitative Untersuchungen  
von Planktonfängen des Feuerschiffes  
„Fehmarnbelt“  
vom April 1910 bis März 1911.**

---

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
der hohen philosophischen Fakultät  
der Königlichen Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

vorgelegt von

**Theodor Büse.**

---



**Kiel 1915.**

Druck: Heider Anzeiger, G. m. b. H., Heide.

Referent: Prof. Dr. Brandt.

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Dezember 1913.

Kiel, den 16. September 1914.

Zum Druck genehmigt:

Dr. **Sieg**,  
z. Zt. Dekan.

## I. Material und Methode der Untersuchung.

Das Material zu vorliegenden Untersuchungen stammt vom Feuerschiff „Fehmarnbelt“, auf dem von Januar 1910 bis Ende März 1911 im Auftrage der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel Planktonfänge und hydrographische Bestimmungen ausgeführt wurden<sup>1)</sup>. Der Kapitän des Schiffes machte in der genannten Zeit wöchentlich einmal einen vertikalen Planktonfang, Aräometer- und Thermometerablesungen. Er verfuhr dabei nach einer von Prof. Apstein entworfenen ausführlichen Instruktion, die im Folgenden abgedruckt ist:

### „Instruktion für Feuerschiffe.

Material: 2 Kisten mit 2 Plankton-Netzen, 2 Brut-Netzen, 120 Gläsern, 2 Spritzflaschen, Journal, Etiketten, Bleistiften, 2 Leinen.

1. In jeder Woche, z. B. jeden Montag, ist mit beiden Arten von Netzen je ein Fang zu machen.

2. Die Netze werden bis auf 1 m über den Boden heruntergelassen und dann senkrecht und gleichmäßig aufgezogen.

3. Wenn die Netze über der Meeresoberfläche hängen, dann werden sie von außen mit Seewasser mit Hilfe einer Pütz gut gespült, damit das an der inneren Netzwand hängende Material sich von der Netzwand löst und in den unten am Netz hängenden Eimer kommt.

4. Der Eimer wird abgeschraubt. Dann

a) bei dem Plankton-Netz wird er schräg gehalten, bis das Wasser etwas abgelaufen ist, dann ein Glas, in dem sich Konservierungsflüssigkeit befindet, darunter gehalten, der Hahn geöffnet, damit die Organismen mit dem Wasser in das Glas gelangen. Dann wird mit der Spritzflasche mit Seewasser die Gaze im Eimer nachgespült und das ablaufende Wasser ebenfalls in demselben Glase aufgefangen. In das Glas wird ein Etikett (siehe § 5) gesteckt, das Glas gut umgeschüttelt und in die Kiste gestellt. Das Netz wird gut abgespült und zum Trocknen aufgehängt.

b) bei dem Brut-Netz wird die Gaze vom Eimer abgenommen und in dem Glase abgespült, in dem sich Konservierungsflüssigkeit befindet, die durch Seewasser soweit verdünnt ist, daß das Glas fast gefüllt ist. In das Glas kommt ebenfalls ein Etikett. Das Glas wird gut umgeschüttelt und fortgestellt. Das Netz wird abgespült und zum Trocknen aufgehängt.

---

<sup>1)</sup> Ähnliche Stationen bestanden noch auf den Feuerschiffen „Borkumriff“ und „Adlergrund“.

5. Auf den Etiketts wird folgendes mit Bleistift vermerkt:

- a) Name des Feuerschiffes.
- b) Tag und Stunde, z. B. 5. I. 1910 10 V.  
V. = Vormittags, N. = Nachmittags.
- c) Tiefe des Netzzuges.
- d) Pl.-N. (Plankton-Netz) oder Br.-N. (Brut-Netz).
- e) Bemerkungen, z. B. Hochwässer.

6. In das Journal werden ebenfalls die obigen Notizen eingetragen; außerdem Temperatur- und Aräometer-Ablesung an Oberfläche und Tiefe.“

Bei den auf diese Weise gewonnenen Planktonfängen und hydrographischen Beobachtungen ist zu berücksichtigen, daß sie nicht von wissenschaftlich geschulten Untersuchern ausgeführt sind. Man hat bei ihnen nicht die Gewißheit, daß alle Fehlerquellen mit derselben Sorgfalt vermieden sind, wie es bei geschulten Forschern zu erwarten ist. Die bisherigen Resultate solcher Serien haben jedoch gezeigt, daß sie recht brauchbare Werte zu liefern vermögen. Anhaftende Mängel, wie Schreibfehler in den Protokollen oder mit nicht genügender Sorgfalt ausgeführte Fänge fallen meist sofort in die Augen, sind selten und können leicht ausgemerzt werden.

Diese Serien bieten eine Reihe von Planktonfängen, die zeitlich relativ nahe zusammenliegen und in Beziehung mit den gleichzeitigen hydrographischen Beobachtungen einen guten Überblick über den jahreszeitlichen Verlauf des Planktons und seinen Zusammenhang mit den jeweiligen an der Station vorhandenen hydrographischen Verhältnissen ermöglichen<sup>1)</sup>.

Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse einer Untersuchung der Jahresserie von Planktonfängen, hydrographischen und meteorologischen Beobachtungen, die von April 1910 bis März 1911 auf dem Feuerschiff „Fehmarnbelt“ gewonnen wurden. Die in der Zeit von Januar 1910 bis März 1910 gemachten Planktonfänge sind von Lüttgens gezählt. Die gewonnenen Zählprotokolle standen mir durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Geheimrat Brandt zur Verfügung. Ich konnte sie nur qualitativ benutzen. Doch haben sie mir manchen guten Dienst geleistet.

Als Fanggerät stand dem Kapitän des Feuerschiffes das mittlere Plankton-Netz nach Apstein zur Verfügung. Es wurde stets bis auf 1 m über den Meeresboden herabgelassen, durchfischte also an der Fangstelle, die 27 m Wassertiefe besitzt, eine 26 m hohe Wassersäule. Die Organismen aus der 1 m hohen Wasserschicht unmittelbar über dem Boden, wo der stärkste Salzgehalt herrscht und typische Bodenorganismen vorwiegen, sind also nicht mitgefangen.

Die Salzgehalt- und Temperaturbestimmungen wurden an der Oberfläche und in 27 m Tiefe angestellt. Das Tiefenwasser für die Aräometerablesungen wurde mittelst der Meyerschen Schöpfflasche heraufgeholt. Die Temperaturbestimmungen in der Tiefe wurden mit dem „Trägen Thermometer“ ausgeführt.

Die in Formol konservierten Fänge waren sehr schlecht erhalten, ein Umstand, der die sichere Bestimmung der Organismen sehr erschwerte, teilweise sogar unmöglich machte.

<sup>1)</sup> Von Bearbeitungen solcher Feuerschiffserien liegen bisher vor Lückes Arbeit vom Borkumriff und Ottens Arbeit vom Fehmarnbelt. Letztere behandelt dieselbe Serie, wie die vorliegende Arbeit nach dem jährlichen Verlauf der Entwicklungsstadien der Copepoden.

Durchschnittlich wurden Fänge im Abstände von 3 Wochen untersucht. Von Fängen aus der Zwischenzeit sind einige qualitativ analysiert. Fänge, die offenbar Unregelmäßigkeiten aufwiesen, wie der vom 19. IX. und 12. XII., mußten für die quantitativen Feststellungen ausgeschaltet werden. An ihrer Stelle wurden die vom 26. IX. und 5. XII. berücksichtigt.

Bei der Untersuchung ging ich in folgender Weise nach der Hensenschen Zählmethode vor<sup>1)</sup>. Ich verdünnte den Fang meist auf 50 ccm, wo die Menge der Organismen es erforderte, auf 500 ccm. Hierauf wurden der durch Schütteln möglichst gleichmäßig verteilten Masse nacheinander 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 und 2,5 ccm mittelst der Hensenschen Stempelpipetten entnommen und auf dem Zählmikroskop durchgezählt. Wenn erforderlich, wurde die Zählung der kleinen Proben an einer neu entnommenen Probe wiederholt. Bei der Zählung der kleinen Proben wurde mehr auf kleine Organismen, bei den größeren Proben hauptsächlich auf größere Organismen geachtet. Die Multiplikation der gezählten Menge mit entsprechendem Faktor ergab die im Fang vorhandene Anzahl der Individuen. Bei seltener vorkommenden größeren Spezies wurde diese Zahl durch direkte Zählung des ganzen Fanges, die regelmäßig nach der Zählung der einzelnen Proben ausgeführt wurde, festgestellt (Restzählung). Die gewonnene Zahl mit 80, dem Faktor des mittleren Plankton-Netzes, multipliziert, ergab dann die Anzahl der unter einem qm vorhandenen Planktonten.

Diese Zahl ist in den beigegeführten Tabellen angeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Reg. Rat Prof. Dr. Brandt für die Anregung zu dieser Arbeit, die Überlassung des Materials und für die jederzeit entgegenkommende Unterstützung auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Dr. Müller, dem Assistenten am Kieler Meereslaboratorium, der mich in die Planktonforschung einführte und mir auch später beratend zur Seite stand, sei hiermit der herzlichste Dank ausgesprochen<sup>2)</sup>.

## II. Die hydrographischen Verhältnisse.

Salzgehalt und Temperatur sind nach Beobachtungen, die täglich um 8 Uhr morgens und 1 Uhr mittags auf dem Feuerschiff „Fehmarnbelt“ gemacht worden sind, untersucht worden.

Die hydrographischen Verhältnisse sind gerade im Fehmarnbelt sehr kompliziert, da hier durch starke Strömungen in kurzer Zeit ein überraschender Wechsel im Salzgehalt und in der Temperatur eintreten kann. Der Fehmarnbelt ist zunächst die natürliche Eintrittspforte für den starksalzigen Großen Beltstrom, der durch diese Meeresenge seinen Weg in die östliche Beltsee und weiterhin die Ostsee nimmt. Dieser Tiefenstrom ist aufzufassen als Gegenwirkung zu einem Oberflächenstrom, der sich in jedem Frühjahr, veranlaßt durch den starken Zufluß von Süß-

<sup>1)</sup> Darstellungen der Hensenschen Methodik bieten bisher: Hensen in seinem grundlegenden Werke (28), Apstein (2), Schütt, Analytische Planktonstudien (69), Steuer (71), Lampert, Leben der Binnengewässer, Jenkins (34).

<sup>2)</sup> Während des Druckes ist die schmerzliche Nachricht eingetroffen, daß Herr Dr. Müller im Kriege sein hoffnungsvolles Leben dem Vaterlande geopfert hat.

wasser (Schnee- und Eisschmelze), aus der Ostsee durch die verschiedenen bekannten Mündungen in die Nordsee ergießt. Die Hauptmasse dieses Stromes geht infolge der Erdrotation durch den Sund. In seinen Wirkungen ist dieser „Baltische Strom“ aber auch im Fehmarnbelt kräftig zu spüren. Da ferner auch im westlichen Teile der Beltsee oft sehr niedriger Salzgehalt herrscht, so kann auch Strömung aus diesem Gebiete im Fehmarnbelt erhebliche Schwankungen im Salzgehalt hervorrufen. Strömungen sind naturgemäß in einer so engen Straße sehr stark zu merken. Auch der Einfluß des Windes auf die Wasserbewegung kommt in einem Belt mehr zur Geltung als auf der offenen Sec. Zu einer schnellen Durchmischung der Wasserschichten trägt die verhältnismäßig geringe Tiefe der Fangstelle bei.

Aus allen diesen Gründen waren im Fehmarnbelt keine regelmäßigen hydrographischen Verhältnisse zu erwarten.

### A. Salzgehalt.

Der Salzgehalt der Oberfläche war im April 1910 im Fehmarnbelt zunächst 9 bis 10‰, der in der Tiefe 20 bis 21‰. Nach dem 19. IV. beginnt der Gehalt der Oberfläche zu steigen, der der Tiefe zu fallen. Vom 19. bis 22. steigt der Oberflächensalzgehalt von 9‰ auf 17‰. Eine Erklärung dieser Erscheinung geben die Wind- und Stromverhältnisse. Es herrschten in dieser Zeit im Fehmarnbelt westliche Winde von zunehmender Stärke. Am 22. IV. wehte sogar ein NW. von der Stärke 6 bis 7. Die Strömung ging in dieser Zeit ständig nach Osten, zeitweise mit einer Geschwindigkeit von 2,5 m. Man wird also annehmen dürfen, daß in der Zeit vom 19. bis 23. IV. sehr viel Wasser aus der Beltsee und dem Großen Belt vom Wind durch den Fehmarnbelt geführt wurde. Leider konnte der Fang vom 9. Mai 1910 über die Zufuhr von fremden Organismen durch diese starke Strömung keine Auskunft mehr geben, da in dieser Zeit schon wieder Strömung nach W. eingesetzt hatte. — Oberfläche und Tiefe zeigen bis tief in den Mai hinein keinen großen Unterschied im Salzgehalt. In beiden Schichten fällt er ziemlich gleichmäßig bei NW.-Strömung<sup>1)</sup>. Erst nach dem 23. V. steigt der Salzgehalt der Tiefe mächtig an, nachdem die bisherige W.-Strömung einer östlichen Strömung gewichen war. Am 28. V. hatte das Tiefenwasser über 30‰ Salzgehalt. — Das Vordringen des stärker salzigen Wassers geschieht stoßweise, wie die Zahlen deutlich erkennen lassen. Am Ende des Monats steigt auch der Salzgehalt der Oberfläche wieder etwas, von 8‰ auf ca. 12‰.

Im Juni 1910 nimmt zunächst unter dem Einflusse von O.-Winden der Salzgehalt der Oberfläche von 12‰ allmählich auf 8,5‰ ab. Am 17. VI. schlägt jedoch der Wind um; und damit ändert sich zugleich die Zufuhr des Wassers. Der Salzgehalt steigt bis zum 21. auf 11,5‰. Vom 22. an läßt O.-Wind wieder schwächer salziges Wasser auftreten, das aber schon nach dem 25. wieder durch stärker salziges abgelöst wird. Vom 27. bis 30. VI. führten westliche Winde von der Stärke 5 bis 6 erhebliche Mengen Beltseewasser durch den Fehmarnbelt und ließen den Oberflächensalzgehalt bis auf 14‰ am 30. VI. steigen. — Das Tiefenwasser

<sup>1)</sup> NW.-Strömung = Strömung nach NW.  
NW.-Wind = Wind von NW.

behält fast den ganzen Monat ca. 27‰ Salzgehalt. Nur ganz vorübergehend zeigt es Schwankungen. Am letzten Tage des Monats hat es jedoch den höchsten Wert im ganzen Jahre, 32‰.

Dieser abnorm hohe Wert war auch noch am 1. Juli 1910 morgens gemessen. Mittags war er aber schon auf 27,3‰ gesunken! Im weiteren Verlaufe des Monats wurde meist ca. 28,5‰ gemessen. — Die Oberfläche dagegen zeigt im Juli großen Wechsel. In den ersten Tagen des Monats bleibt durch starken SW.-Wind und NO.-Strömung der höhere Salzgehalt von Ende Juni noch bestehen (ca. 13‰). Am 10. VII. wechselt Wind und Strömung und es tritt für längere Zeit wieder W.-Strömung auf, die den Salzgehalt bis zum 20. VII. auf 9,3‰ herunterdrückt. Vom 20. bis 26. läßt östliche Strömung bei westlichen Winden den Salzgehalt bis 14,6‰ steigen. Gegen Ende des Monats herrscht NW.-Strömung. Der Salzgehalt der Oberfläche sinkt dadurch stark herab und zeigt auch bis Mitte August 1910 nur 9 bis 9,5‰. Der baltische Strom ist in dieser Zeit an der Oberfläche vorherrschend. Am 17. VIII. beginnt jedoch eine stärkere Strömung nach Osten bei kräftigem W.-Winde. (Am 20. VIII. Windstärke 4 bzw. 5 und Stromstärke 2,5 bzw. 1,7 m in der Sekunde.) Diese führt zu einem Maximum des Salzgehaltes von 17,9‰ am 21. VIII., das bis zum 25. VIII. anhält. An diesem Tage sind Wind und Strömung wieder umgeschlagen. Dieses starke Anschwellen des Oberflächensalzgehaltes ist anscheinend nur durch den kräftigen W.-Wind hervorgerufen, der Beltseewasser in den Fehmarnbelt führte; denn ein stärkeres Vordringen von starksalzigem Tiefenwasser aus dem Großen Belt läßt sich nicht nachweisen. Das Zusammenfallen dieses Maximums mit Wind und Stromverhältnissen ist auch zu auffällig, als daß man nach einer anderen Ursache suchen möchte. — Da am Ende des Monats wieder starke NW.-Strömung einsetzt, sinkt der Salzgehalt rasch wieder bis unter 10‰.

Der Salzgehalt der Tiefe hält sich, abgesehen von einzelnen auffälligen Werten, die teilweise vielleicht auf fehlerhafte Aräometerablesung zurückzuführen sind, in gleichmäßiger Höhe von 26,5 bis 27,0‰, ähnlich, wie in den beiden anderen Sommermonaten.

In der ersten Monatshälfte des September 1910 hält sich der Salzgehalt der Oberfläche meist in den niederen Grenzen von 9 bis 10‰. Am 17. IX. geht die bis dahin meist westliche Strömung in eine östliche über, und damit beginnt der Salzgehalt im Fehmarnbelt zu steigen. Am 24. IX. wurde der höchste Wert in dieser Zeit mit 17,8 bzw. 15,6‰ gemessen. Beide Werte fallen zusammen mit der schnellsten östlichen Strömung von 2,1 bzw. 2,2 m p. Sek. und der größten Windstärke (5 bzw. 6). Mit dem Abnehmen des Windes und der Strömung sinkt der Salzgehalt beträchtlich, ohne jedoch die niederen Werte des Sommers zu erreichen. — Der Salzgehalt der Tiefe bewegt sich meist um 26‰. Gegen Ende des Monats sinken die Werte deutlich. Daß dieses Sinken mit dem Auftreten stärkeren Salzgehaltes an der Oberfläche zusammenhängt, zeigt deutlich der Anfang des Oktober 1910. Hier nimmt das Ende September eingeleitete Maximum des Oberflächensalzgehaltes größeren Umfang an und erreicht am 10. X. mit 20‰ seinen höchsten Stand. Der Tiefensalzgehalt ist in derselben Zeit um dasselbe Maß gesunken, um das der Oberflächensalzgehalt gestiegen war, um ca. 7‰. Das starke Sinken des Tiefensalzgehaltes wird auf das Abflauen des Großen Beltstromes zurückzuführen sein und als Ursache hiervon wird man das Abflauen des Baltischen Stromes annehmen müssen, das in dem Anwachsen des Oberflächensalzgehaltes zum Ausdruck kommt.

Der hohe Salzgehalt der Oberfläche am 10. X. 1910 wurde bei stärkster O.-Strömung gemessen. Am 14. X. schlägt die Strömung um und bleibt bis zum Schlusse des Monats nach NW. gerichtet. Der Salzgehalt sinkt in dieser Zeit ständig bis schließlich unter 8‰. Der Wind war in der zweiten Hälfte des Oktober stets östlich. Auf ihn wird die W.-Strömung und die dadurch hervorgerufene ständige Abnahme des Salzgehaltes zurückzuführen sein.

Der Tiefensalzgehalt, der sich im September auf ca. 26‰ gehalten hatte, beträgt im Oktober durchschnittlich etwa 21‰. Er sinkt von 24,3‰ am 30. IX. auf 19,0‰ am 1. X., steigt in den ersten Tagen des Oktober wieder etwas und ist weiterhin sehr wechselnd.

Auf das tiefe Minimum an der Oberfläche im Oktober folgt im November 1910 bald ein um so kräftigeres Steigen des Salzgehaltes. Der Umschlag wird eingeleitet durch einen Wechsel des Windes von O. nach W., der von einem SW.-Sturm von Windstärke 10 begleitet ist. Dieser Sturm ruft ein Steigen des Salzgehaltes von 7,9‰ auf 11,6‰ innerhalb eines Tages hervor. Die Zunahme des Salzgehaltes dauert bei O.-Strömung an bis zum 12. XI., wo 19,1‰ erreicht werden. Vom 14. bis 16. XI. sinkt mit westlicher Strömung der Salzgehalt. Er steigt aber bald wieder und hält sich bis zum Ende des Monats auf ca. 16 bis 17‰. Fallen und Steigen des Oberflächensalzgehaltes hängt in dieser Zeit regelmäßig mit Wind und Strömung zusammen. Am 16. und 17. XI. herrschte W.-Wind und O.-Strömung: Der Salzgehalt steigt. Am 18. war O.-Wind und NW.-Strömung: Der Salzgehalt fällt. Am 20. war W.-Wind und O.-Strömung: Der Salzgehalt steigt. Am 21. war SO.-Wind: Der Salzgehalt fällt etwas. Dann bleibt ein schwacher O.-Wind längere Zeit. Die O.-Strömung hält an bis zum 23. XI., wobei der Salzgehalt ungefähr konstant bleibt. Am 24. wechselt die Strömung von SO. nach NW.: Der Salzgehalt fällt stark. In den letzten Tagen hält er sich ungefähr auf gleicher Höhe. — Die Spannung zwischen Oberfläche und Tiefe ist im November noch geringer als im Oktober. Sie beträgt am 10., 14. und 23. XI. nur 1‰. Die Strömungen aus der Ostsee und dem Großen Belt hatten im November noch mehr nachgelassen, so daß sich Oberfläche und Tiefe in dem Salzgehalt noch mehr näherten. Vielleicht trägt zu dieser Annäherung auch eine Durchmischung der Wasserschichten bei, die in der kalten Jahreszeit leichter stattfindet als in der warmen. Die fortschreitende Abkühlung der Oberfläche im Herbst läßt das Wasser bei niedrigerer Temperatur und schwächerem Salzgehalte spezifisch schwerer werden als das Wasser in den tieferen Schichten, welches zwar höheren Salzgehalt hat, aber noch nicht so tief abgekühlt ist. Dann sinkt das Wasser der höheren Schichten in die Tiefe und ruft eine Vermischung im Salzgehalt hervor.

Der Salzgehalt im Dezember 1910 erklärt sich vornehmlich dadurch, daß in der ersten Hälfte des Monats fast nur O.-Wind, in der zweiten fast nur W.-Wind herrschte. Daher zeigt der Salzgehalt der Oberfläche im ersten Teile des Monats meist niedere Werte, bis unter 10‰, im zweiten Teile stark ansteigende Werte, bis über 20‰. Der Salzgehalt der Oberfläche, der Ende November noch ca. 16‰ betrug, sinkt am 1. XII. gleich unter 12‰. Am 4. und 5. steigt er wieder auf 15‰. Hierfür läßt sich schwer eine andere Erklärung finden, als daß man eine kräftige Durchmischung der Wasserschichten annimmt, die bei dem starken Wind, der gerade in diesen Tagen die Stärke 5 bis 6 zeigte, wohl möglich ist. Strömung und Windrichtung ändern sich nicht. Für das starke Fallen des Oberflächensalzgehaltes vom 5. zum 6. XII., das sich auch

in den Werten des Tiefenwassers zeigt, finde ich keine Erklärung; ebensowenig für das starke Ansteigen am 16. XII., das den Salzgehalt der Oberfläche von ca. 11‰ auf ca. 15‰ erhöhte. — Vom 18. XII. bis zum Ende des Monats sind Wind und Strömung dauernd nach Osten gerichtet. Der Salzgehalt steigt deshalb ununterbrochen bis ca. 20‰. Zur Zeit des hohen Salzgehaltes am 24. und 25. XII. war die Strömung nach SO. 2,5 bis 3 m p. Sek. — Die Werte des Tiefensalzgehaltes verlaufen ziemlich parallel denen der Oberfläche. Am Ende des Monats hat die Tiefe über 22‰ Salzgehalt.

Die starke Strömung von Osten in der ersten Hälfte des Dezembers brachte sehr viele Ostseetiere in den Fehmarnbelt, worüber die Fänge vom 5. XII. und 12. XII. Auskunft geben.

Der hohe Salzgehalt der Oberfläche vom Dezember 1910 bleibt den ganzen Januar 1911 über bestehen. Nur vom 3. bis 10. I. ruft westliche Strömung und O.-Wind schwächeren Salzgehalt im Oberflächenwasser hervor, der aber schon am 8. I. durch stark aufsteigende Werte unterbrochen ist. Etwa am 20. I. erreicht der Salzgehalt an der Oberfläche beinahe 21‰. Am Ende des Monats sinkt er ganz bedeutend herab, bis unter 14‰ am 31. I. — Auch im Tiefenwasser zeigt sich schwächerer Salzgehalt am Anfang und Ende des Monats.

In der übrigen Zeit hält sich das Wasser ziemlich gleichmäßig auf 21 bis 21,5‰. Die auffällig hohen Werte im Oberflächensalzgehalt am 8. I. sind, wie die Tiefenwerte wahrscheinlich machen, durch Vordringen von stärker salzigem Tiefenwasser hervorgerufen. Oberfläche und Tiefe haben im Januar oft weniger als 1‰ Unterschied im Salzgehalt.

Im Februar 1911 bleibt zunächst der Ende Januar aufgetretene niedrige Salzgehalt an der Oberfläche bestehen. Nur am 4. II. ruft W.-Wind und O.-Strömung eine vorübergehende Erhöhung des Salzgehaltes hervor. Sonst herrscht N.- und O.-Wind vor und führt Ostseewasser durch den Fehmarnbelt. Um die Mitte des Monats schlägt der Wind um, tritt Strömung nach Osten auf und steigt der Salzgehalt rasch von 10,5‰ am 15. II. auf 21,5‰ am 25. II. — Der Salzgehalt der Tiefe, der sich bis zum 15. II. auf ca. 19‰ hielt, steigt vom 16. zum 17. plötzlich auf 22,3‰, ähnlich wie an der Oberfläche. Zum 18. II. fällt er ebenso plötzlich wieder auf 17,7‰ herab. Die Ursache dafür ist wahrscheinlich in dem am 17. II. herrschenden Sturm zu suchen, der Windstärke 8 und 7 erreichte und die Wasserschichten bis in größere Tiefen durchmischte. Die Temperaturwerte bestätigen diese Annahme. Die Temperaturspannung von 1,5° zwischen Oberfläche und Tiefe am 17. II. morgens war mittags auf 0,7° gesunken. — Die stürmische Witterung, welche noch öfters Windsärke 6, 7 und 8 herbeiführte, ließ in der zweiten Hälfte des Februar keine großen Spannungen im Salzgehalt der Oberfläche und Tiefe aufkommen. Zwischen beiden herrscht meist weniger als 1‰ Unterschied. Dabei nimmt auch der Salzgehalt der Tiefe ständig zu.

Anfang März 1911 ist deshalb sowohl im Oberflächen- wie im Tiefenwasser zunächst sehr hoher Salzgehalt. Die Oberfläche hat 20 bis 21‰, die Tiefe 21 bis 22‰. Vom 3. III. an beginnt aber sowohl der Salzgehalt der Tiefe, wie der an der Oberfläche zu fallen. Besonders die Werte der Oberfläche fallen rasch, stark und andauernd. Sie sinken von 21,3‰ am 3. III. auf 8,4‰ am 29. III.! Es herrscht in dieser Zeit ständig Strömung nach NW., die oft sehr stark ist. (Am 15. III. 3 m p. Sek.) In dieser schwachsalzigen Strömung wird man das Einsetzen des Bal-

tischen Stromes erkennen müssen. — Der Salzgehalt des Tiefenwassers verringert sich im März 1911 zunächst auch etwas, steigt aber dann wieder allmählich an. —

An den beiden Fangtagen des März, am 6. und 27. III. 1911, herrschten ganz entgegengesetzte Verhältnisse im Salzgehalt der Oberfläche und Tiefe. Am 6. III. hatten beide nahezu gleichen Salzgehalt, am 27. III. herrschte ein Unterschied von 11 ‰. Am 6. III. war an der Oberfläche größtenteils Beltseewasser vorhanden, am 27. war sehr viel Ostseewasser hinzugeströmt. Im Plankton drücken sich diese Verhältnisse klar aus, worauf öfters zurückzukommen sein wird.

Betrachtet man den Gang des Salzgehaltes während des Untersuchungsjahres im allgemeinen, so zeigt sich, daß an der Oberfläche von April bis September 1910 meist niedriger Salzgehalt, von Oktober 1910 bis Anfang März 1911 höherer Salzgehalt vorhanden war. In der Tiefe dagegen überwog von Ende Mai bis September 1910 höherer und von Oktober 1910 bis März 1911 niedriger Salzgehalt. Auch in der Zeit von April bis Ende Mai 1910 war niedriger Salzgehalt in der Tiefe vorherrschend. Daraus resultieren in den warmen Monaten große Spannungen zwischen Oberfläche und Tiefe, in der kälteren Jahreszeit geringe Spannungen. Diese Erscheinung erklärt sich aus der oben S. 233f. erörterten Lage des Fehmarnbeltes zwischen Ostsee und Nordsee (Krümmel, 41, S. 352).

Im ersten Untersuchungsmonat (April 1910) ist der Baltische Strom bereits vorhanden. Die Oberfläche zeigt sehr niedrigen Salzgehalt. Ende Mai tritt dann mit mächtig ansteigendem Salzgehalt der Große Beltstrom in der Tiefe auf. Die beiden entgegengesetzten Strömungen bleiben den ganzen Sommer über bestehen, bis Ende September 1910. Jetzt hört der Zufluß des schwachsalzigen Ostseewassers und bald darauf auch der Gegenstrom in der Tiefe auf. An der Oberfläche und in der Tiefe tritt deshalb ein mittlerer Salzgehalt auf. Dieser Zustand bleibt in der kalten Jahreszeit bestehen. Im März 1911 aber schon zeigt sich deutlich das Eintreten des Baltischen Stromes, während der Gegenstrom des Tiefenwassers in den vorliegenden Werten noch nicht deutlich zum Ausdruck kommt.

In diesem allgemeinen Verlauf des Salzgehaltes sind nun manche Abweichungen von der Regel zu verzeichnen, die durch mannigfache Faktoren bedingt sind. Stärkere Strömung von Osten her läßt den Salzgehalt der Oberfläche fallen. Stärkerer Zufluß von Westen oder Nordwesten in der Tiefe läßt den Tiefensalzgehalt meist steigen.

Während der Tiefensalzgehalt verhältnismäßig wenig Abweichungen von der Regel aufweist, wechselt an der Oberfläche der Salzgehalt sehr oft. Hier spielen nicht nur Strömungsverhältnisse eine Rolle, sondern auch Niederschläge, Eisbildung und besonders der Wind, Faktoren, deren Wirkung in der Tiefe nicht so stark zum Ausdruck kommt. Ich habe im Verlauf der vorhergehenden Darstellung auf die Abhängigkeit des Oberflächensalzgehaltes im Fehmarnbelt von der Windrichtung des öfteren hingewiesen. Die Maxima des Salzgehaltes im April und August 1910, das starke Sinken im Oktober, sind, wenn nicht allein, so doch in der Hauptsache auf den Wind, der Beltsee- oder Ostseewasser stärker zuströmen ließ, zurückzuführen. Sehr deutlich wird diese Abhängigkeit besonders dadurch, daß Stromrichtung und Windrichtung meist zusammen wechseln. In dieser engen Meeresstraße ist der durch Wind hervorgerufene Strom

naturgemäß an der Wasserbewegung fühlbar. Daß der Wind aber nicht immer für die Stromrichtung und dadurch für den Salzgehalt maßgebend ist, zeigt der März 1911. Hier wehte in der ersten Monatshälfte meist W.-Wind. Aber trotzdem herrschte den ganzen Monat hindurch an der Oberfläche eine kräftige Strömung von Osten. Der um diese Zeit auftretende sehr starke Baltische Strom überwand den schwachen W.-Wind und ließ den Salzgehalt ständig sinken.

Einige der auftretenden Maxima und Minima scheinen regelmäßig im Fehmarnbelt vorhanden zu sein. K r ü m m e l gibt nach den Befunden der Terminfahrten als Minimum für den Fehmarnbelt August und als Maximum für die ganze Ostsee (im weiteren Sinne) Februar an (41, S. 350). R u p p i n fand auf Grund mehrjähriger Monatsmittel (1903—1911) als Hauptmaxima Januar, April, August und November (68, S. 220). Die Terminfahrten können kein sicheres Bild geben, weil die Beobachtungen zu weit auseinander liegen. So trifft die Augustbeobachtung das Sommerminimum der Oberfläche nicht mehr. Der Salzgehalt ist hier schon etwas im Ansteigen begriffen. R u p p i n s Maxima der Monatsmittel finden sich in den vorliegenden Werten, die ja bei der Aufstellung der Mittelkurve R u p p i n s verwertet wurden, auch verzeichnet. Da sich jedoch die beiden Maxima im April und August 1910 auf andauernden W.-Wind zurückführen lassen, so läßt sich über die Regelmäßigkeit dieser Erscheinungen bei der kurzen beobachteten Zeit wohl noch nichts Bestimmtes behaupten.

Der schwache Salzgehalt an der Oberfläche hält im Untersuchungsjahre sehr lange an. Nach dem bald vorübergehenden Maximum des August fällt der Salzgehalt wieder bis Ende September. Erst am 20. IX. steigt er endgültig. Das Minimum des September scheint, wenn auch nicht so ausgeprägt, nach R u p p i n im Fehmarnbelt stets einzutreten.

Der Salzgehalt der Oberfläche schwankte in der untersuchten Zeit zwischen 21,29‰ am 3. III. 1911 und 7,26‰ am 22. V. 1910, der Tiefensalzgehalt zwischen 32,03‰ am 30. VI. 1910 und 12,39‰ am 6. XII. 1910. Diese Zahlen sind natürlich nicht maßgebend für die betreffende Jahreszeit, sondern nur durch augenblickliche Verhältnisse hervorgerufen.

## B. Temperatur.

Die Temperatur der Oberfläche folgt der jahreszeitlichen Veränderung der Lufttemperatur. Sie steigt deshalb in der untersuchten Zeit von April bis Mitte August 1910 gleichmäßig und ständig an und sinkt von da bis Mitte Februar 1911. Im März 1911 beginnt sie wieder allmählich zu steigen. Das Minimum lag mit 1° im Februar 1911, das Maximum mit 19° im August 1910.

Im April 1910 hebt sich die Temperatur der Oberfläche von 3° auf 5,5°. Vom 20. IV. ca. an hört sie jedoch auf zu steigen. Sie sinkt sogar wieder um 0,5°. Ich habe diese Erscheinung, die sich im Salzgehalt auch zeigt, oben S. 234 durch Zuströmen von fremdem Wasser erklärt, das durch dauernden W.-Wind hervorgerufen wurde. Vom 23. IV. ab sind Oberfläche und Tiefe nahezu isotherm. Im Mai hebt sich die Oberflächentemperatur auf ca. 11°, im Juni auf ca. 16°, im Juli auf 17,5 bis 18°. Am 17. VII. erreicht sie sogar 18,5°. Im August 1910 schwankt die Temperatur stark zwischen 16 bis 18°. Am 14. VIII. erreicht sie das Jahres-

maximum von  $19^{\circ}$ . Vom 4. bis 8. VIII. sinkt die Oberflächentemperatur sehr stark. Weshalb, ist schwer zu entscheiden. Die Lufttemperatur zeigte in dieser Zeit zwar auch einige auffallende Werte, aber doch nicht solche, die ein Fallen der Wassertemperatur um  $3^{\circ}$  rechtfertigen könnten: Die auffälligen Schwankungen der zweiten Augushälfte sind meist durch den Temperaturunterschied des kühlen Morgens und des warmen Mittags hervorgerufen, der in diesem heißesten Monate besonders stark hervortrat. Am Ende des Monats sinkt die Temperatur wieder bis ca.  $16,5^{\circ}$ . Diese Abnahme der Temperatur geht im September weiter von  $16,5$  auf  $14^{\circ}$ . Im Oktober fällt die Temperatur von  $14$  auf  $10^{\circ}$ , im November von  $10$  auf  $5^{\circ}$ . Im Dezember 1910 fällt sie nur noch um  $1^{\circ}$ , von  $5^{\circ}$  auf  $4^{\circ}$ . In diesem Monat zeigt sich, wie im Salzgehalt, so auch in der Temperatur, der Einfluß des fremden Wassers an der Oberfläche vom 4. ca. bis zum 15. Oberfläche und Tiefe sind in dieser Zeit fast völlig isotherm. Das hinzugeströmte Oberflächenwasser war relativ warm und hielt die Abkühlung eine Zeitlang auf. Am 16. XII. trafen zugleich mit den normalen Salzgehaltsverhältnissen auch wieder normale Temperaturverhältnisse ein. Das hier auftretende stärker salzige Tiefenwasser hatte höhere Temperatur. Im Januar 1911 sinkt die Temperatur des Oberflächenwassers bis auf  $2^{\circ}$ , steigt aber am 17. einmal auf  $4,5^{\circ}$ . Mitte Februar 1911 liegt das Minimum des untersuchten Jahres. Vom 12. II. bis 16. II. wurde konstant nur  $1^{\circ}$  über 0 gemessen. Am Ende des Monats steigt die Oberflächentemperatur etwas, bis  $2,5^{\circ}$ . Aber auch Ende März 1911 war sie kaum über  $3^{\circ}$  gestiegen.

Die Temperatur des Tiefenwassers hält sich in engeren Grenzen, als die der Oberfläche. Während die Oberflächentemperatur einen Spielraum von  $18^{\circ}$  hat, zeigt die Tiefentemperatur nur einen solchen von  $12^{\circ}$ . Das Maximum in der Tiefe betrug  $14^{\circ}$  am 30. VIII., das Minimum  $2^{\circ}$  im Februar.

Durchschnittlich war jedoch der wärmste Monat für das Tiefenwasser nicht der August, sondern der Oktober. Hier wurden fast stets ca.  $12^{\circ}$  gemessen, während im August, als die Oberfläche ihre größte Wärme besaß, in der Tiefe noch 8 bis  $9^{\circ}$  herrschten. Erst Ende August steigt die Temperatur der Tiefe über  $11^{\circ}$ , und auch da nur vereinzelt und fast nur des Mittags. Der kälteste Monat ist auch in der Tiefe der Februar, wo fast immer 2 bis  $2,5^{\circ}$  gemessen wurden.

Im Einzelnen war der Temperaturverlauf im Tiefenwasser folgender: Im April 1910 steigt die Temperatur von  $3,5$  auf  $6^{\circ}$ . Im Mai 1910 ist der Gang der Werte in der Tiefe ganz besonders unruhig. Das ist wahrscheinlich auf das allmähliche Vordringen des Großen Belt-Stromes zurückzuführen, der die vom April her noch vorhandene Isothermie der Wasserschichten stört. Als dieser Strom um die Mitte des Monats kräftig einsetzt und viel kälteres Wasser mit sich bringt, hört das bis dahin noch deutliche Steigen der Tiefentemperatur auf, und der Verlauf der Werte wird allmählich ruhiger. Bis Mitte Juni hält sich die Tiefentemperatur auf 6 bis  $6,5^{\circ}$ . Die Oberflächentemperatur steigt dagegen auch in dieser Zeit, entsprechend der regelmäßigen Zunahme der Lufttemperatur, weiter. In der zweiten Monatshälfte hat das Tiefenwasser ständig  $7^{\circ}$ . Im Juli nimmt seine Temperatur von  $7^{\circ}$  auf  $8,5^{\circ}$  zu, die vom 8. VII. bis 2. VIII. 1910 dauernd gemessen wurden! Im August steigt sie von  $8,5^{\circ}$  auf ca.  $11^{\circ}$ . Am Ende des Monats

schwankt sie wieder stark, zwischen  $14^{\circ}$  am 30. VIII., dem Jahresmaximum, und  $9,5^{\circ}$ , die mehrere Male gemessen wurden. Diese Unruhe hat ihre Ursache im Zuströmen von wärmerem, stärker salzigem Wasser, worauf ein Vergleich mit den entsprechenden Salzgehaltswerten hindeutet. In der ersten Hälfte des September sinkt die Temperatur der Tiefe auf  $10^{\circ}$ , in der zweiten nimmt sie wieder zu auf  $11^{\circ}$ . Im Oktober 1910 erreicht das Tiefenwasser die höchste Durchschnittswärme,  $12^{\circ}$ . Im Laufe des November 1910 sinkt die Temperatur gleich auf 5 bis  $6^{\circ}$  herab. Im Dezember 1910 wurden meist  $5^{\circ}$ , in der Zeit vom 16. XII. bis 26. XII.  $6^{\circ}$  gemessen. Im Januar 1911 fällt die Tiefentemperatur bis auf  $3^{\circ}$ , im Februar 1911 auf 2 bis  $2,5^{\circ}$ . Im März 1911 steigt sie wieder allmählich von  $2,5^{\circ}$  auf  $3^{\circ}$ .

Bei einem Vergleich der beiden Temperaturen zeigt sich, daß die Tiefentemperatur der Oberflächentemperatur im Verlaufe des Jahres meist in einem Abstände von 1 bis  $2^{\circ}$  folgt. Nur die vier Monate Juni bis September 1910 zeigen größere Unterschiede zwischen Oberfläche und Tiefe. Am 17. Juli und 14. August 1910 beträgt dieser sogar  $10^{\circ}$ . Im Gegensatz hierzu beträgt er im März 1911 meist weniger als  $0,5^{\circ}$ . Es zeigen sich hier ähnliche Verhältnisse wie beim Salzgehalt.

Die höchsten Temperaturen wurden an der Oberfläche im August, in der Tiefe im Oktober erreicht. Dieses schon lange bekannte „Nachhinken“ der Tiefentemperatur hinter der Oberflächentemperatur zeigt sich von Ende Mai ab. Rupp in hat neuerdings diese Erscheinung näher untersucht. Er findet, daß das Wasser des Fehmarnbeltes in dieser Zeit seinen Ursprung näher der Nordsee hat und aus einer tieferen Schicht stammt (68, S. 235). Nun setzt aber das Anwachsen des Salzgehaltes am Boden durch den Großen Belt-Strom, wie wir oben (S. 234) sahen, auch gerade im Mai ein. Man wird deshalb geneigt sein, mit Rupp in das Nachhinken der Tiefentemperatur auch auf den Großen Belt-Strom zurückzuführen. Das Zusammenfallen der beiden Erscheinungen drückt sich in den Werten für 1910/11 sehr klar aus.

### III. Setzvolumina.

Die Volumina der Planktonfänge wurden, wie üblich, durch 24-stündiges und 8-tägiges Absetzenlassen in besonders dazu geeigneten, engen, unten spitz zulaufenden Gläsern bestimmt.

Diese Methode erfüllt, wie allgemein anerkannt, ihren Zweck nicht vollkommen. Wir erhalten durch sie allein keine genaue Angabe über den Raum, den die gefangenen Organismen einnehmen. Darüber geben uns aber auch die übrigen bisher vorgeschlagenen Methoden der Volumenbestimmung keine genaue Auskunft. Die Bestimmung des Dichte-Volumens durch Verdrängung und die von Hensen versuchte Methode, durch Pressen oder Trocknen und darauf folgendes Wägen das Volumen der Planktonmasse zu bestimmen, versagten besonders an der Unmöglichkeit, das anhaftende Wasser und Meersalz völlig zu entfernen.

Lohmanns Rechengvolumen kann bei den vielen Fehlerquellen, die sich bei der Berechnung des Volumens der einzelnen Organismen finden, auch keine genaue Volumenbestimmung bieten.

Brandt versuchte schon 1897, durch Zählung der Individuen und Bestimmung des Trockengewichts nebst Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der dominierenden

Planktonorganismen eine genauere Volumenbestimmung zu erreichen. Dadurch würde zugleich der physiologische Wert des Volumens zum Ausdruck gebracht. Diese Methode ist zweifellos die allein richtige und, wie auch Lohmann zugeben muß (48, S. 195), die aussichtsvollste. Da aber die Methode der Setzvolumina wohl geeignet ist, neben den ergänzenden Zählungen eine Vorstellung von der vorhandenen Substanz zu geben, und sie besonders leicht und schnell zu handhaben ist, so hat man sie vorläufig beibehalten. Die auf diese Weise erhaltenen Volumina sind sehr stark durch das Vorkommen sperriger Diatomeen, in erster Linie Chaetoceras, beeinflußt, die ein dichtes Absetzen des Fanges verhindern. Es sind deshalb neben den Volumina unbedingt die Zählungen der Fänge zu berücksichtigen.

Die Setzvolumina sind für alle vorliegenden Fänge der untersuchten Zeit bestimmt, so daß eine Jahresreihe von Volumina in meist 8-tägigem Abstände vorliegt. Die fehlenden Fänge waren unbrauchbar geworden.

Die Volumenkurve (Kurve I) gibt ein sehr unruhiges Bild. Sehr starke Erhebungen wechseln innerhalb 8 Tagen mit ebenso starken Senkungen.

Die Reihe der Volumina nach 24 Stunden beginnt mit dem relativ hohen Werte von 8,2 ccm am 4. IV. 1910, der hauptsächlich durch Diatomeenwucherung hervorgebracht ist. Bis zum 23. V. sinken die Werte dann sehr stark, da die Diatomeenwucherung rasch abnimmt. Die vorübergehende Zunahme am 2. V. ist durch ein sehr starkes Copepodenmaximum hervorgerufen. Der Fang bestand, wie eine qualitative Analyse ergab, zum größten Teile aus geschlechtsreifen Copepoden, vermischt mit Chaetoceras und einigen Cladoceren. Am 23. V. waren nur 0,6 ccm Fang vorhanden. Im Fang waren nur wenig Diatomeen und geschlechtsreife Copepoden, dagegen viele Nauplien und Synchaeten. Der Juni und Anfang Juli lieferte nur kleine Volumina. Erst am 11. VII. brachte eine Zunahme der Diatomeen auch ein verhältnismäßig hohes Ansteigen der Volumina hervor. Nach dem vorübergehenden Minimum vom 18. VII. tritt am 25. VII. schon ein sehr großes Volumen von 7,5 ccm auf. Der Fang setzte sich fast nur zusammen aus Ceratien und Diatomeen. Schon nach 8 Tagen ist das Maximum wieder vorüber. Vom 15. VIII. bis 22. VIII. steigt das Volumen gewaltig an bis zur höchsten Erhebung am 22. VIII. Die 13,3 ccm dieses Fanges bestanden auch zum großen Teile aus Ceratien und Chaetoceras. Nach 8 Tagen ist auch an die Stelle dieser Anschwellung ein tiefes Minimum getreten, das bis zum 19. IX. anhält. Von diesem Termin an bis zum 11. X. hebt sich die Kurve wieder kräftig und erreicht am 11. X. ca. 12 ccm. Binnen 8 Tagen ist auch dieses Maximum vorbei. Alle Fänge des weiteren Herbstes und des Winters sind von geringem Umfang. Am 6. II. 1911 erreichen die Volumina mit 0,5 ccm ihren tiefsten Stand. Am 6. III. 1911 erst tritt wieder ein großes Volumen auf, das, wie die Zählung zeigt, fast allein von Chaetoceras und anderen Diatomeen hervorgerufen ist. Der Fang vom 21. III. enthielt überwiegend Skeletonema und nur sehr wenig Chaetoceras. Daher das tiefe Minimum. Am 27. III. wird dieses wieder durch ein größeres Volumen abgelöst, das jedoch bei weitem nicht an das vom 6. III. reichen kann.

Die Kurve der Volumina nach 8 Tagen läuft der Volumenkurve nach 24 Stunden parallel. In der Schnelligkeit des Absetzens zeigt sich bei einzelnen Fängen dabei ein bemerkenswerter



In allen vier Fängen befanden sich viele Diatomeen. Der vom 6. III. bestand fast ganz aus Chaetoceras-Material. Fänge, die hauptsächlich Ceratien oder Copepoden enthalten, setzen sich dagegen viel dichter und schneller ab. Beispiele hierfür sind der Fang vom 2. V. 10, der zum großen Teile aus Copepoden, und der vom 22. VIII., der größtenteils aus Ceratien bestand.

Bei dieser Feststellung mutet merkwürdig an, daß das Setzvolumen nach 24 Stunden vom 27. III. 11 kleiner ist, als das vom 6. III. 11. Das scheint der Diatomeen- und Chaetoceraskurve, die ein starkes Ansteigen zum Frühjahrsmaximum erkennen läßt, und auch der Setzvolumenkurve nach 8 Tagen, die am 27. III. höher steht, als am 6. III., zu widersprechen. Die Erklärung ergibt sich daraus, daß der Fang vom 27. III. fast nur aus winzig kleinen Zellen bestand (Skeletonema und Chaetoceras gracile), während von großen, sperrigen Formen sehr wenige vorhanden waren. Der Fang vom 6. III. bestand dagegen in der Hauptmasse aus großen, sperrigen Chaetoceras-Arten; er setzte sich infolgedessen zunächst sehr schlecht ab, während der Fang vom 27. III. bei dem Mangel an sperrigen Formen sich besser absetzte. Das Setzvolumen nach 8 Tagen, das nicht mehr so stark von sperrigen Formen beeinflußt ist, wie das nach 24 Stunden, zeigt jedoch, daß der Fang vom 27. III. wegen der sehr bedeutenden Menge von kleinen Zellen doch noch etwas mehr Masse besaß, als der vom 6. III.

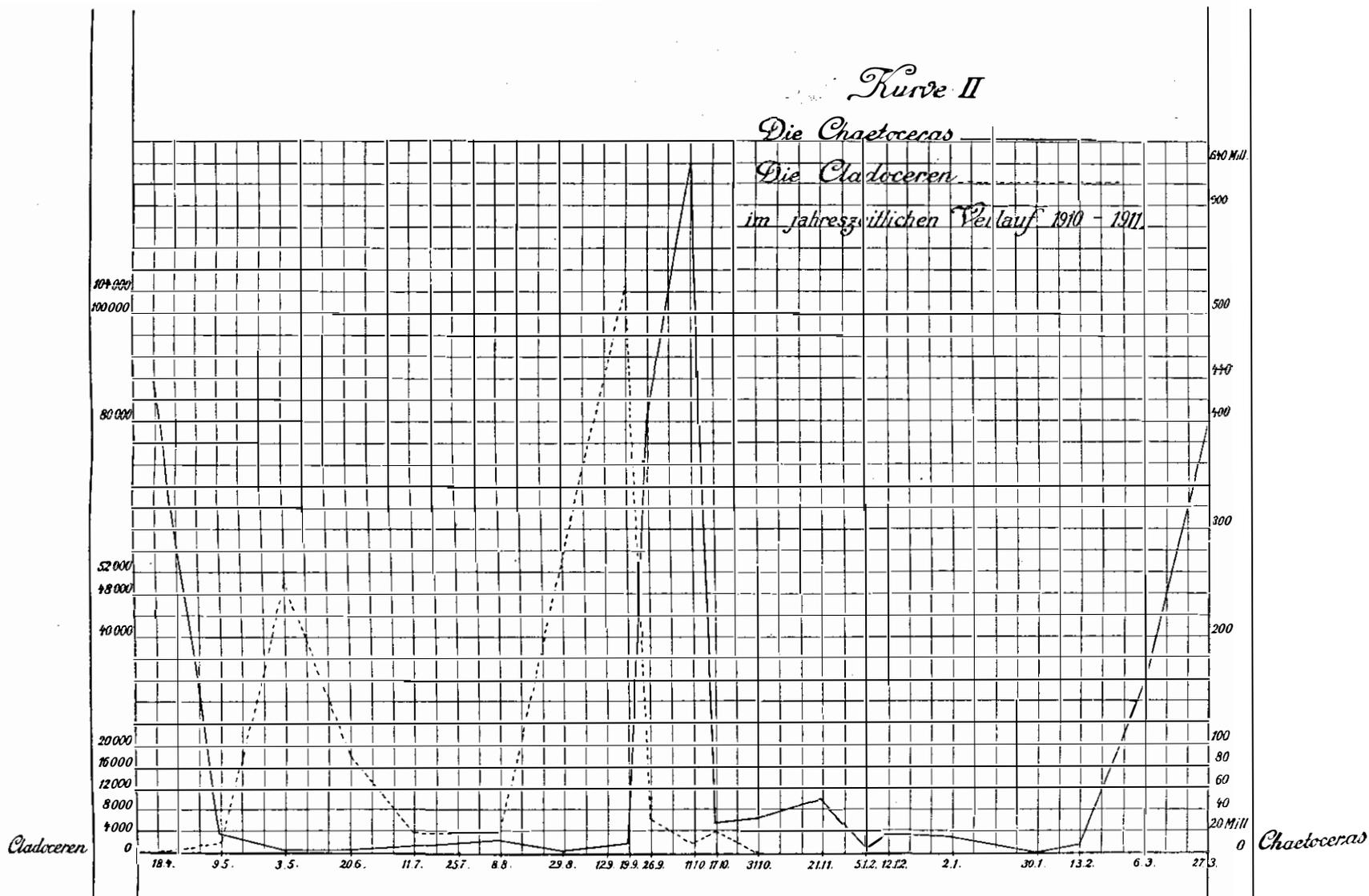
Ich habe die Volumen-Kurven mit der Kurve des Oberflächen-Salzgehaltes zusammengestellt. Dabei zeigt sich, daß die großen Volumina meist mit den großen Salzgehalt-Maxima und ebenso die kleinsten Volumina mit den Salzgehalt-Minima zusammenfallen. Solch ein Parallelismus tritt besonders hervor bei den Fängen vom 30. V., 25. VII., 22. VIII., 19. IX. bis 11. X. 1910, 6. III. 11 und andererseits vom 9. V. bis 23. V., 18. VII., 1. VIII. bis 8. VIII., 29. VIII. bis 12. IX. 10, 13. III. bis 21. III. 11. Auch in der übrigen Zeit tritt er mehr oder minder deutlich hervor. Er erklärt sich dadurch, daß diejenigen Formen, welche die größten Volumina verursachen, die Chaetoceras- und Ceratium-Arten, in der stärker salzigen Beltsee und im Kattegatt meist in größeren Mengen vertreten sind, als in der schwächer salzigen Ostsee. Sie werden mit dem Strome von Westen eingeführt. Bei Strömung von Osten dagegen werden die Chaetoceras- und Ceratium-Arten aus dem Fehmarnbelt entführt, und dafür treten Formen auf, die im allgemeinen ein geringeres Volumen einnehmen. Daß auch umgekehrte Verhältnisse ausnahmsweise eintreten können, zeigt der 12. XII., wo beim Sinken der Salzkurve eine Zunahme des Volumens eintritt. Dieser Fall erklärt sich durch reichliches Auftreten solcher Copepoden (Acartia, Temora u. a.), die schwächer salziges Wasser lieben, deshalb in den östlichen Teilen der Ostsee in größerer Menge leben und durch einen schwachsalzigen Strom zum Fehmarnbelt geführt wurden.

## IV. Das Plankton.

### A. Pflanzen.

#### 1. Diatomeen.

*Chaetoceras*. Wegen des schlechten Erhaltungszustandes war die sichere Bestimmung mancher Arten nicht möglich. Ich habe deshalb nur die stets sicher erkennbaren Arten dieser Gattung in den Tabellen gesondert aufgeführt und die übrigen in der Rubrik „Sonstige *Chaetoceras*“ zusammengefaßt. Es finden sich deshalb in den Tabellen nur: *Ch. boreale*, *didymum*, *decepiens*, *didymum* var. *anglica*, *socialis*, *gracile*. Die *Chaetoceras*-Arten sind meist trocken gezählt. Bei feuchter Zählung werden sicher sehr viele überschen. Allerdings leidet die sichere Erkennbarkeit der einzelnen Arten bei trockener Zählung sehr. Der Gang der *Chaetoceras*-Entwicklung im Untersuchungsjahr ist in Kurve II dargestellt. Es zeigt sich ein großes Frühjahrs- und Herbst-



maximum. Ersteres liegt, wie gewöhnlich, in den Monaten März bis April, letzteres im September bis Oktober.

Im Frühjahr 1910 wucherte hauptsächlich *Ch. didymum*, das fast 333 Millionen Zellen unter 1 qm am 18. IV. erreichte. Daneben kamen *Ch. boreale* mit 28 und *Ch. decipiens* mit 20 Millionen p. qm zur Geltung. Schon am 9. V. ist die Wucherung vorüber. Den ganzen Sommer hindurch wurden nur relativ geringe Zahlen für *Chaetoceras* gefunden. Vielleicht hängt dies mit dem schwachen Salzgehalt des Sommers zusammen. Am 26. IX. 10, als der Salzgehalt auch zunimmt, beginnt die Herbstwucherung der *Chaetoceras*-Arten mit insgesamt ca. 400 Millionen Zellen. Am 11. X. 10 erreicht sie mit 646 Millionen ihren Höhepunkt. Sie überragt in diesem Jahre ausnahmsweise zahlenmäßig die Frühjahrswucherung, was wohl hauptsächlich auf das Auftreten von *Ch. sociale* zurückzuführen ist, das am 11. X. 512 Millionen Zellen aufbringt. Am 17. X., bei wieder sinkendem Salzgehalt, hat die Wucherung schon ihr Ende erreicht.

Lohmanns Befund in der Kieler Bucht (48, S. 249), wo es sich bei der zweifachen Wucherung der *Chaetoceras*-Arten im wesentlichen um das zweimalige Wuchern derselben Arten handelt, läßt sich für Fehmarnbelt nicht bestätigen. Denn nur *Ch. didymum* var. *anglica* und *Ch. didymum* zeigen im Herbst auch eine, bei *Ch. didymum* var. *anglica* im Vergleich mit dem Frühjahr nicht zu rechnende Steigerung der Zahlen. *Ch. boreale* hat sogar stark abgenommen und *Ch. decipiens* wurde am 11. X. 10 überhaupt nicht gesehen. Die am 6. III. 11 einsetzende neue Frühjahrswucherung zeigt deutlich das Wuchern der gleichen Formen, wie im Frühling des Vorjahres. Nur tritt als neue Form *Ch. gracile* mit 129 Millionen Zellen auf. Jedenfalls scheint soviel hervorzugehen, daß im Fehmarnbelt die sicher zu bestimmenden Arten *Ch. boreale*, *didymum*, *decipiens* ihre Hauptwucherung im Frühjahr haben, und daß im Herbst hauptsächlich andere Formen wuchern, während bei den genannten Arten die Herbstwucherung nicht mehr großen Umfang annimmt. Über eigenartige Formen, wie *Ch. sociale* und *Ch. gracile*, die seltener und dann immer in größten Mengen auftreten, läßt sich nichts Sicheres in dieser Hinsicht sagen. Über diese Verhältnisse können erst mehrjährige Untersuchungen, nicht solche von nur einem Jahre, sicheren Aufschluß geben.

*Coscinodiscus*. Auch die *Coscinodiscus*-Arten boten der Speziesbestimmung große Schwierigkeiten. Ich habe unterschieden: *C. concinnus*, *C. centralis*, *C. radiatus*, *C. excentricus* und *C. oculus iridis*, wobei unter *C. radiatus* auch *C. polyacanthus* gezählt sein wird. Hensen sagt, daß die Scheidung der Arten unsicher sei, und daß von den kleineren Arten viele durchs Netz gehen (33, S. 109). Aber Lohmann findet mit der Zentrifuge nicht viel mehr, als mit dem Netz gefangen werden. Die Zahlen werden also nicht bedeutend zu klein sein.

*Coscinodiscus concinnus* zeigt die größten Zahlen Winter bis Frühjahr, wo er nach Lohmann hauptsächlich vorkommen soll (48, S. 247). Das Maximum lag am 6. III. 11. Im weiteren Jahresverlaufe erleiden seine Zahlen große Schwankungen. Im Sommer und Herbst halten sie sich meist in engen Grenzen. *C. excentricus* tritt dagegen erst im Herbst auf, erreicht im November sein Maximum und verschwindet dann fast ganz aus dem Plankton. Da beide genannten Formen östlich von Adlergrund bisher noch nicht gefunden sind, bedürfen sie anscheinend höheren Salzgehaltes. Das drückt sich auch in dem Zusammentreffen ihrer Maxima

mit den beiden höchsten Werten für den Salzgehalt an der Oberfläche aus<sup>1)</sup>. *Coscinodiscus centralis* und *C. radiatus* zeigen im Gang ihrer Zahlen große Übereinstimmung. Letzterer hat meist größere Werte. Beide scheinen im Oktober und März zu kulminieren.

Unter dem Namen *Coscinodiscus oculus iridis* wurden die irisierenden Formen zusammengefaßt. Diese Formen fehlten im Spätsommer und Anfang Winter ganz. Die höchsten Zahlen liegen im Frühjahr und Herbst. Lüttgens hat unter *C. oculus iridis* anscheinend alle Formen außer *C. concinnus* zusammengefaßt. Sonst sind seine hohen Zahlen nicht zu erklären. — Von den qualitativ untersuchten Fängen enthielt besonders der vom 21. III. 1911 sehr viele *Coscinodiscen*.

Nach Lohmann sollen die beiden Wucherungen von verschiedenen Arten hervorgerufen sein (l. c.), was nach meinen Zählungen für den Fehmarnbelt nicht zutrifft.

*Rhizosolenia*. Es fanden sich 4 Arten: *Rhizosolenia alata*, *Rh. setigera*, *Rh. hebetata* und *Rh. styliformis*.

*Rhizosolenia alata* war fast das ganze Jahr hindurch zu finden. Am 11. X. 10 hat sie mit 18 Millionen p. qm ihr Herbstmaximum, am 6. III. 11 mit  $4\frac{1}{2}$  Millionen ihr Frühjahrsmaximum. Dazwischen fällt am 21. XI. 10 und am 2. I. 11 noch eine Zunahme der Individuenzahl, die, wie zum Teil auch wohl die beiden anderen Maxima, durch den starken Salzgehalt der Oberfläche bedingt sind. Denn alle *Rhizosolenien* zeigen eine auffällige Abhängigkeit in ihrem Vorkommen vom Salzgehalt. Ich habe in Kurve III den Parallelismus zwischen dem Vorkommen von *Rhizosolenia alata* und dem Salzgehalt der Oberfläche dargestellt.

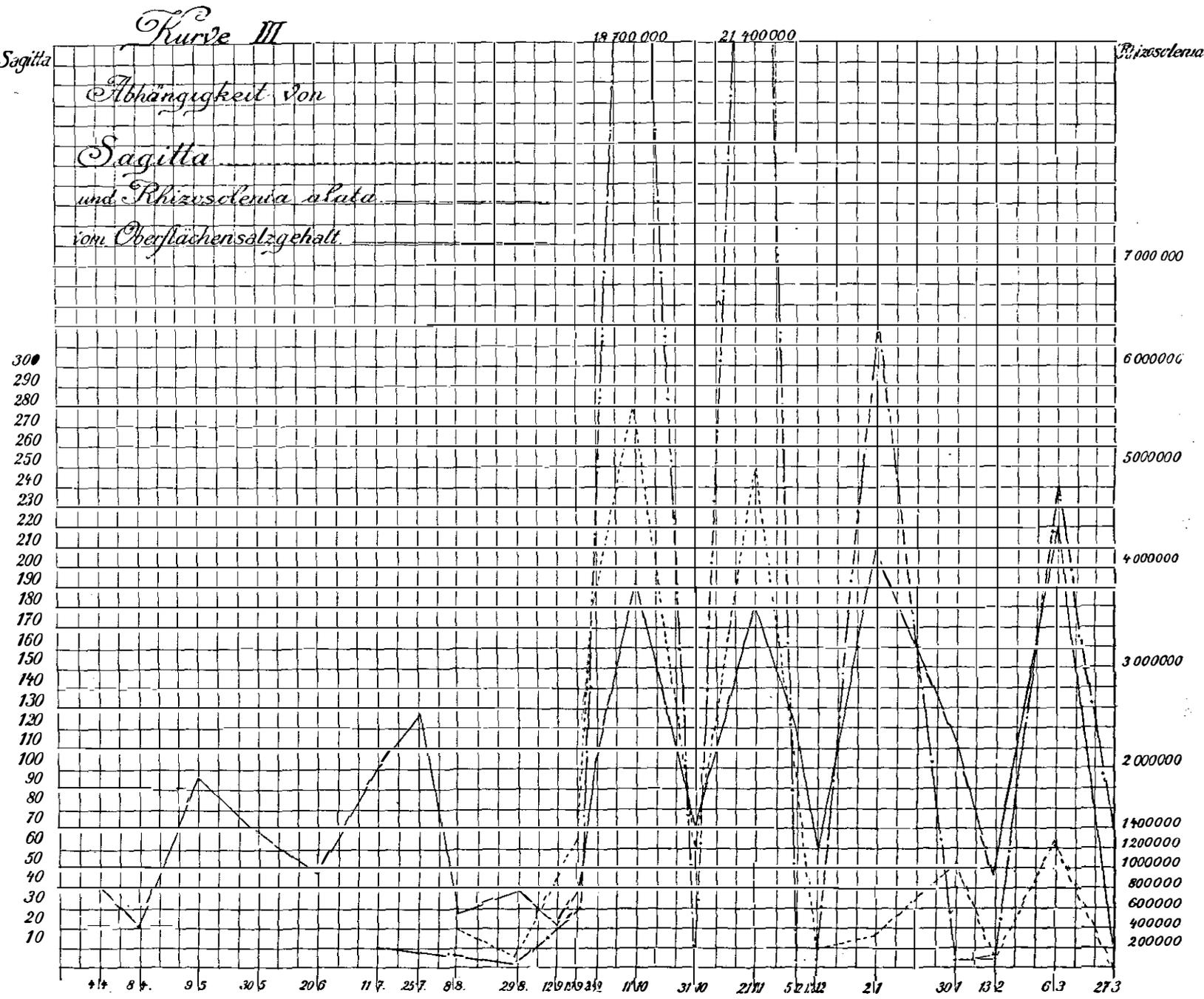
*Rhizosolenia hebetata* fand sich nur im Februar und März 1911. Sie erreichte am 6. III. die höchste Individuenzahl von allen genannten *Rhizosolenien* mit 53 Millionen p. qm.

*Rhizosolenia styliformis*, die nach Hensen eine Hochseeform ist (33, S. 103) und kaltes Wasser liebt, wurde nur am 21. XI. 10 bei dem Herbstmaximum der *Rhizosolenien* gesehen. Sie erreichte 13 000 Individuen p. qm. Das Wasser hatte eine Temperatur von 6° bzw. 6,5°. Hensen bekam für die *Rhizosolenien* der Beltsee im allgemeinen unregelmäßige Werte. Er glaubt für *Rh. alata* das Maximum in den August bis September legen zu müssen, während eine Frühjahrs-wucherung nicht so deutlich ausgesprochen sei (33, S. 99). Für *Rh. setigera* fand er ein Maximum im Dezember oder Januar (33, S. 106). Lohmann stellte für *Rh. alata* und *setigera* ein Maximum im August und September fest. Im Winter sah er *Rh. alata* nur spärlich, *Rh. setigera* bis März überhaupt nicht (48, S. 217). Nach Driver kam *Rh. alata* von 1903 bis 1905 auf den Stationen der Terminfahrten nur in der zweiten Hälfte des Jahres in größerer Menge vor, im August 1904 und 1905 mit einem Maximum von ca. 20 Millionen auf O. 1<sup>2)</sup>. „Sie sind streng an das salzige Beltseewasser gebunden. Sie kommen in größerer Zahl nur bis O. 3 vor, also im Wasser

<sup>1)</sup> Meine Befunde über *Coscinodiscus concinnus* und *C. excentricus* stimmen gut mit denen Ostfelds [58, S. 445], der beide als Formen stark salzigen Wassers und der kalten Jahreszeit bezeichnet.

<sup>2)</sup> Man bezeichnet mit O. 1 [Ostsee 1] die 1. Station der deutschen Terminfahrten in der Ostsee, die im Februar, Mai, August und November von dem Kieler Laboratorium für internationale Meeresforschung ausgeführt wurden. O. 1 liegt am Ausgang der Kieler Förde, O. 2 am südlichen Ausgange des Kleinen Belt, O. 3 nahe beim Feuerschiff „Fehmarnbelt“. Vergleiche die Karte in Drivers (24) und Apsteins (5) Arbeit.

von mehr als 15‰ s.“ (24, S. 118). Auch Merkle fand 1907 Rh. alata und Rh. styliformis nur in der Beltsee und nicht in der östlichen Ostsee (51, S. 315). Anscheinend kommen Rhizosolenien in größerer Anzahl in der Beltsee nur bei Ansteigen des Salzgehaltes vor. Wie ein Vergleich mit der Kurve des Oberflächensalzgehaltes an den Fangtagen beweist, steigt und sinkt ihre Zahl regelmäßig mit dem Salzgehalt (Kurve III). Sie dürften mit dem Tiefenstrom aus dem Großen Belt in der größten Zahl eingeführt werden. Brandt deutet dies schon an (14, S. 28). Dafür spricht auch Drivers Befund auf O. 3 vom August 1905.



Er fand in 33 bis 25 m Tiefe 50000 Individuen von *Rh. alata*, in 25 bis 0 m dagegen nur 12000. Ähnlich war das Vorkommen auf O. 2 und bei den anderen Arten. Nur auf O. 1 war die Schichtung umgekehrt. Jedenfalls erklärt sich durch diese Abhängigkeit vom Salzgehalt das meist unregelmäßige Vorkommen der Rhizosolenien. Nach Kr ä f f t (38) sind sie im Kattegatt und der Nordsee viel häufiger, als in der Beltsee, was für die Annahme der Einwanderung in stärker salzigem Wasser spricht. Dieselbe Ansicht wird auch für mehrere Formen von *Ostenfeld* (58, S. 447 ff.) geäußert.

*Biddulphien* fanden sich fast nur im Frühjahr. Nur *Biddulphia aurita* kam mit 8000 Zellen und *B. granulata* einmal mit 1600 Zellen p. qm im Oktober 1910 vor. *B. aurita* und *B. mobiliensis* scheinen im März 1910 und 1911 im Fehmarnbelt besonders günstige Lebensbedingungen getroffen zu haben. Ich fand am 6. III. 11 von ersterer fast 2 Millionen, L ü t t g e n s am 28. III. 10 eine Million, von *B. mobiliensis* dagegen 14 Millionen. Den ganzen Sommer 1910 hindurch sah ich keine *Biddulphien*. *Driver* fand sie im Mai 1905 in einigen 100000 bis O. 5 östlich, sonst nur spärlich (24, S. 119). Nach *Hensen*, der sie in der Beltsee den ganzen Herbst hindurch fing, sind sie Küstendiatomeen der salzreichen Gewässer (33, S. 80). *Lohmann* fand bei Laboe *Biddulphien* Ende März 1905 am zahlreichsten in der von ihm untersuchten Zeit (48, S. 245). Auf besseres Gedeihen in salzreicherem Wasser deutet das Zusammenfallen ihrer Wucherung im März 1911 mit einem Salzgehaltsmaximum der Oberfläche.

*Cerataulina Bergoni* ist im Wasser schwer zu zählen. Gefunden wurde sie das ganze Jahr hindurch. Sie scheint ein Frühjahrs- und Herbstmaximum zu haben, das L ü c k e auch für Borkumriff feststellte (50, S. 107).

*Cerataulus turgidus* wurde nur im Winter in geringen Mengen gesehen.

*Ditylium Brightwelli* fand sich nur Ende September, Anfang Oktober und am 26. XI. 10, hier aber doppelt so stark, wie im September. Es wurde 1903—05 auf den Terminfahrten nur im November beobachtet und fehlte in der östlichen Ostsee. Nach *Lohmann* kam es bei Laboe nur im September, Oktober und November vor und gehört zu den Pflanzen, die in der Beltsee die Grenze ihres Vorkommens erreichen und nur kurze Zeit im Herbst bis hierher gelangen können (48, S. 251). Letztere Ansicht bestätigen auch meine Zahlen, die darlegen, daß *Ditylium* nur im starksalzigen Wasser zum Fehmarnbelt gelangte. Auch *Ostenfeld* nimmt dies an (58, S. 461).

*Fragilaria spec.* waren das ganze Jahr hindurch zahlreich im Plankton des Fehmarnbelts. Höhere Werte ergaben sich im Frühjahr und Herbst. Als Küstenformen finden sie im Fehmarnbelt günstige Lebensbedingungen.

*Guinardia flaccida* war nach *Driver* (24, S. 119) auf den Stationen der Terminfahrten 1905 in der ersten Jahreshälfte selten, häufiger im Herbst. Nach *Lohmann* (48, S. 119) kulminierte sie in der Kieler Förde 1905 im Oktober und war im Winter selten. Ich finde zwei Maxima, eines im Juli, das andere im Oktober. L ü c k e fand für Borkumriff auch im Juli 1910 *Guinardia* besonders zahlreich (50, S. 9). Im Winter ist sie im Fehmarnbelt spärlich, im Frühjahr fehlt sie ganz.

*Hyalodiscus* wurde selten gefunden, am häufigsten im Oktober 1910 und März 1911.

Von *Leptocylindrus danicus* sagt Lohmann, daß sein Auftreten sehr unregelmäßig sei (48, S. 247). Er fand diese Diatomee im Aprilplankton bei Laboe 1905 in großen Mengen, sonst aber nur noch von September bis Oktober und hält eine doppelte Wucherung nicht für ausgeschlossen. Driver fand ihn auf den Terminfahrten im Herbst gar nicht und im Februar und Mai selten (21, S. 119). Die Unregelmäßigkeit auch meiner Resultate, die eine Frühjahrs- und eine Herbstwucherung anzudeuten scheinen, erklärt sich wohl aus der Schwierigkeit, diesen Organismus im Wasser sicher zu zählen. Nach Ostfeld (58, S. 443) ist er eine Form des salzigen Wassers, und deshalb nur im Skagerrak und nördlichen Kattegatt der dänischen Gewässer indigen.

*Melosira Borreri* kam das ganze Jahr hindurch vor mit Ausnahme des Februar und März 1911. Sie kulminierte am 21. XI. mit 418000 Zellen und ist neben *Ditylium Brightwelli* die einzige Diatomee mit anscheinend nur einer Wucherung. Lohmann fand für die Kieler Förde 1905 das Maximum im Januar, wo im Fehmarnbelt 1911 die Form gerade anfängt zu verschwinden. Ostfeld nennt sie eine Littoralform, die keinen großen Salzgehalt liebt (58, S. 440), ebenso Gran (11, S. 12).

*Paralia sulcata*, mit *Melosira* verwandt, zeigt auch im Vorkommen Ähnlichkeit. Auch ihr Maximum liegt am 21. XI. 10. Doch kam sie bis Ende März 1911 vor, zeigte sogar vom 13. II. bis 27. III. 11 ein deutliches Ansteigen ihrer Zahlen. Daß sie, wie Ostfeld angibt, eine Form starksalzigen Wassers ist, bestätigen anscheinend meine Werte; ebenso scheinen meine hohen Zahlen anzudeuten, daß sie mit Vorliebe an den Küsten lebt. Von großer Bedeutung ist weder sie, noch *Melosira*, wenn auch schon mehrfach gerade *Melosira*-Ketten im Magen von Copepoden gefunden wurden.

*Skeletonema costatum* erreichte mit 4 Milliarden am 27. III. 11 die größte Volksstärke von Pflanzen und Tieren. Sie wurde im Fehmarnbelt von mir nur im Februar und März 1911 bei niedrigem Salzgehalt gesehen. Lohmann fand sie das ganze Jahr hindurch bei Laboe und konnte eine Frühjahrs- und eine Herbstwucherung feststellen (48, S. 241). Ihr seltenes Auftreten im Fehmarnbelt wird durch ihren Charakter als Küstenform erklärt. Sie wird durch kräftige Strömung von der offenen Ostsee oder dem stärker salzigen Großen Belt aus dem Fehmarnbelt vertrieben.

*Thalassiosira baltica* wurde von Mai 1910 bis Februar 1911 stets im Fehmarnbelt beobachtet. Im Juni, Oktober und November zeigten sich größere Zahlen. Im Winter gingen sie stark zurück. Im April 1910 und März 1911 wurden gar keine *Thalassiosira baltica* gefunden. Dagegen fanden sich im März 1911 sowohl viele unbestimmte *Thalassiosira*-Spezies, die auch bei der Herbstwucherung der *Thalassiosira* vorkamen, als auch besonders ca. 20 Millionen kleine *Thalassiosira*-Ketten, die vielleicht mit der von Lohmann erwähnten *Thalassiosira nana* identisch sind. Eine genauere Bestimmung war bei der Kleinheit und dem schlechten Erhaltungszustande des Objektes nicht möglich.

*Thalassiothrix nitzschiioides* weist ein starkes Frühjahrsmaximum und eine große Wucherung von November bis Januar auf. Im übrigen Verlaufe des Jahres ist ihr Vorkommen unregelmäßig. Da *Thal. nitzschiioides* östlich vom Fehmarnbelt fast gar nicht vorkommt (24 u. 5. Tabellen), so ist ihr Bestand im Fehmarnbelt auch stark von Strömungen abhängig. Lohmann fand bei

Laboc für diese Diatomee ein Frühjahrs- und Herbstmaximum, sowie eine arme Winterzeit. Seine Zahlen zeigten nur geringe Schwankungen (48, S. 255).

*Thalassiothrix longissima* fand sich nur einmal am 25. I. 11.

Es wäre also in der vorliegenden Fangserie bei fast allen Diatomeen-Arten eine Frühjahrs- und Herbstwucherung festzustellen, die Frühjahrswucherung in der Zeit von März bis April, die Herbstwucherung im September und Oktober. Im Sommer und Winter nimmt die Vegetation erheblich ab, nur *Thalassiothrix nitzschoides* und einige Rhizosolenien zeigen auch im Winter höhere Zahlen, die wohl auf Strömungen zurückzuführen sind. Da die Beltsee und ihre Verbindungen mit der Nordsee im allgemeinen reicher an Diatomeen sind als die Ostsee, so ist auch allgemein für die Diatomeen bei Strömung von Westen her, bei Zunahme des Salzgehaltes, auch Zunahme des Diatomeenbestandes, dagegen bei Strömung von Osten, bei Abnahme des Salzgehaltes, auch Abnahme der Bevölkerungsziffer für die Diatomeen zu konstatieren. Einige Formen wurden fast gänzlich durch den Großen Belt eingeführt.

## 2. Die Peridineen.

Die Hauptmasse der Peridineen wird von den Ceratien dargestellt. Von diesen kamen im Fehmarnbelt 6 Arten vor: *Ceratium tripos balticum*, *C. longipes*, *C. macroceros*, *C. buccphalum*, *C. fusus* und *C. furca*.

*Ceratium tripos balticum* hat im Frühjahr 1910 noch die hohe Zahl von 16 Millionen. Es sinkt dann aber allmählich auf 4, 2 und 1 Million, hat am 9. V. sein Minimum und steigt dann wieder auf 2, 5, 19, 21 Millionen. Es kulminiert am 26. IX. 1910 mit 127 Millionen p. qm, um im Winter allmählich abzunehmen bis zu einem Minimum, das für meine Untersuchungsreihe am 27. III. 11 mit 102000 p. qm erreicht ist. Auffällig ist, daß der Fang vom 22. VIII. 10, der das größte Volumen der ganzen Jahresserie besaß, fast nur aus Ceratien, besonders *C. tripos*, bestand, wie eine qualitative Analyse zeigte. Ich möchte dieses sehr frühe Maximum auf eine starke Strömung und weniger auf indigene Wucherung zurückführen.

Alle Ceratien des Fehmarnbelttes zeigen nämlich große Abhängigkeit vom Salzgehalt. Zunahme des Salzgehaltes bewirkt fast regelmäßig auch Zunahme ihrer Individuenzahl. Nur *Ceratium tripos* und *C. fusus* zeigen am 6. III. 11, als der höchste Salzgehalt an der Oberfläche herrschte, keine Zunahme, sondern starke Abnahme, während alle anderen Ceratien, wie am 21. XI. 10 und am 2. I. 11, auch am 6. III. 11 eine kräftige Bevölkerungszunahme aufweisen. Dieser Unterschied scheint mir mit der Vorliebe dieser beiden Formen für größere Tiefen zusammen zu hängen. Lohmann fand nämlich (48, S. 276), daß sich *Ceratium tripos* und *C. fusus* meistens nicht an der Oberfläche, sondern in größerer Anzahl in tieferen Schichten aufhalten. Das geringe Zuströmen stärker salzigen Wassers in der Tiefe vom 13. II. 11 zum 6. III. 11 (vergl. Tabelle I) führte nur wenige Individuen dieser Arten in den Fehmarnbelt, während der starke salzige Oberflächenstrom sehr viele Oberflächen-Ceratien mit sich brachte. Diese Vorliebe für die Tiefe bedingt es anscheinend auch, daß die beiden genannten Ceratien ihre Kulmination 1910 schon am 26. IX. begannen, während bei allen übrigen Ceratium-

Arten erst am 11. X., als der Salzgehalt der Oberfläche stark anstieg, die Wucherung bemerkbar wird.

Die in der Beltsee vorkommende Form von *C. tripos* ist die var. *subsalsá*, die besonders für das Leben im stärker ausgesüßten Wasser angepaßt ist. Sie dringt bis tief in die Ostsee vor. In deren östlichem Teile leidet sie jedoch Not (Hensen 33, S. 149).

*Ceratium longipes*, *macroceros*, *bucephalum* und *furca* haben ihr eigentliches Verbreitungsgebiet nach den Bulletins in der Nordsee, doch sind sie mit Ausnahme von *C. furca* stark euryhalin.

*Ceratium furca*, das nach Lohmann bei Laboc sich erst mit dem salzigen Unterstrom im August einstellt (48, S. 279), trat auch im Fehmarnbelt erst im Herbst mit steigendem Salzgehalt auf, kulminierte am 11. X. 10 und zeigte sich nur noch einmal am 21. XI. bei sehr hohem Salzgehalt. Auch aus den Bulletins geht ihr gutes Gedeihen in stärker salzigem Wasser hervor.

*Ceratium macroceros* und *C. bucephalum* zeigen unregelmäßiges Vorkommen und dabei deutliche Abhängigkeit von Strömungen. Ihre Zahlen sind gering. Jörgensen stellte bei beiden das Überwiegen im stärker salzigen Wasser fest (21, S. 223 u. 232). Nach meinen Zahlen scheinen sie mit dem Tiefenstrom in den Fehmarnbelt eingeführt zu werden. Auch Ostefeld ist ähnlicher Ansicht (58, S. 475).

*Ceratium longipes* kommt neben *C. tripos* mit wenigen Ausnahmen das ganze Jahr vor, doch stets in geringerer Menge. Ostefeld legt ihm eine lange „Blütezeit“ bei, „depuis mai—juin jusqu' à la fin de l'année“. Auch im Fehmarnbelt zeigte *C. longipes* schon im Sommer hohe Zahlen.

*Ceratium fusus*, die neben *C. tripos* zahlreichste Form, ist am häufigsten am 11. X. 10, als auch der Salzgehalt ein Maximum zeigt, erreicht aber hier, wie fast immer, die Zahlen von *C. tripos* nicht. Nur am 19. IX. und 12. XII. 10 überragt *C. fusus* zahlenmäßig *C. tripos*. Ostefeld nennt *C. fusus* den treuen Begleiter von *C. tripos*. In dem *Resumé planctonique* wird es als stärker euryhalin bezeichnet als *C. furca*, und die Vermutung ausgesprochen, daß man wahrscheinlich eine Form des schwachsalzigen Wassers von einer Form des starksalzigen trennen müßte (21, S. 216). Allzu schwachsalziges Wasser kann *C. fusus* nicht ertragen. Das bewies unter anderem die Holsatiafahrt 1901, die feststellte, daß östlich Gjedser die Form garnicht mehr oder nur noch sehr spärlich vorkam (Apstein, 3, S. 114). Auch meine Zahlenreihe zeigt fast stets in schwachsalzigem Wasser Abnahme und in starksalzigem Wasser Zunahme der Bevölkerungsdichte dieser Form.

Neben den Ceratien treten die Peridiniën sehr zurück, sowohl was ihre Häufigkeit, als was ihr Volumen angeht. Es kamen zur Beobachtung: *Peridinium pellucidum*, *P. depressum* und *P. conicum*. Während des Peridiniën-Maximums im September und Oktober fanden sich außerdem mehrere Arten von kleinen Peridiniën, deren sichere Bestimmung Schwierigkeiten bot und die deshalb unter „*Peridinium Klein*“ zusammengefaßt sind. In der übrigen Zeit des Jahres werden diese kleinen Formen auch vorhanden gewesen, aber meist durchs Netz gegangen sein. Von den kleineren *Peridinium*-Arten gehen nach Lohmann ca. 80 % verloren (46, S. 59)<sup>1)</sup>. Das

<sup>1)</sup> Die hier und im Folgenden zitierten Prozentwerte Lohmanns beruhen auf der Analyse eines einzigen Fanges von Stollergrund, der in der Luft zuerst durch Müllergaze 20 (jetzt 25) und dann durch Papierfilter filtriert wurde. Die sehr hohen Zahlen haben deshalb keine allgemeine Gültigkeit.

Jahresmaximum dieser Gattung lag, wie auch das der meisten Ceratium-Arten, am 11. X. 10. Im Winter und Frühjahr nehmen ihre Zahlen sehr ab. Die Abhängigkeit vom Salzgehalt ist deutlich.

Am zahlreichsten waren vertreten die Arten *P. depressum* und *P. pellucidum*. *P. depressum* erreichte am 11. X. eine Million p. qm. *P. conicum* erscheint nur zweimal, im August und Januar, in geringer Anzahl.

Driver, Lücke und Apstein erwähnen ein Maximum im Mai, das Lohmann für *P. pellucidum* auch feststellte (48, S. 154) und das meine Zählungen ebenfalls aufweisen.

Die *Dinophysis*-Arten werden von der Müllergaze sehr wenig im Netz zurückgehalten. Lohmann gibt sogar einen Verlust von fast 90 % an (47, S. 7). Es fanden sich: *Dinophysis acuta*, *D. acuminata* und *D. rotundata*. *D. acuta* herrschte stets vor und wurde auch das ganze Jahr hindurch gefunden. Sie kulminiert mit den anderen Peridineen am 11. X. und scheint auch im Frühjahr häufiger zu sein. Die übrigen Arten lassen bei ihren kleinen Zahlen keinen tieferen Einblick zu. Lohmann weist auf das unregelmäßige Auftreten der *Dinophysis*-Arten hin und stellt für Laboe ihre Abhängigkeit vom Salzgehalt fest (48, S. 155), worauf auch meine Zahlen hindeuten.

*Prorocentrum micans* erleidet noch größeren Verlust als *Dinophysis*. Lohmann nimmt an, daß nur 1,3 % von Müllergaze N. 25 zurückgehalten werden. Es ist wegen seiner Kleinheit auch leicht zu übersehen. Obwohl Lohmann es bei Laboe das ganze Jahr hindurch fand, wurde es im Fehmarnbelt deshalb nur im September und Oktober und einmal noch im Mai festgestellt. Hensen sah im September das aus dem Planktonnetz abfließende Wasser von *Prorocentren* rotgefärbt (28, S. 78).

Die Peridineen unterscheiden sich in ihrem Vorkommen vornehmlich dadurch von den Diatomeen, daß sie in ihren Hauptvertretern, den Ceratien, nur ein Maximum aufweisen, das 1910 im September und Oktober lag. Die Abhängigkeit vom Salzgehalt ist bei ihnen zwar auch ausgebildet, doch werden sie im jahreszeitlichen Vorkommen davon nicht so stark beeinflußt, wie die Diatomeen. Das wird im wesentlichen darauf beruhen, daß die Peridineen, besonders die Ceratien, in der Beltsee sehr günstige Lebensbedingungen finden, abgesehen von den Formen, die in geringer Zahl im Spätsommer und Herbst eingeführt werden, wie *Ceratium furca*, *C. bucephalum* und *C. macroceros*. Hensen betont (23, S. 149), daß *C. tripos* in der Beltsee ein besonders gutes Gedeihen hat. Von *C. fusus* wurden auf der Holsatiafahrt 1901 bei Fehmarn aber auch 6,5 Millionen p. qm gefangen (Apstein 3, S. 141), und meine Zahlen weisen zur Zeit des Maximums sogar 15 Millionen auf, so daß *C. fusus* hier sicher auch ein gutes Gedeihen findet. Man wird diese beiden Arten im Fehmarnbelt als indigen betrachten müssen, trotz der Schwankungen, die durch Strömungen hervorgerufen werden. Als Nährmaterial spielen die Ceratien im Meere eine große Rolle. Brandt rechnet durchschnittlich, was organische Substanz anlangt, 1 *Ceratium* gleich 12,5 *Chaetoceras*zellen.

### 3. Andere Pflanzen.

Außer diesen beiden Hauptgruppen des Phytoplanktons kamen in den Fängen vom Fehmarnbelt noch zu Gesicht die Cyanophyceen *Nodularia spumigena* und *Anabaena baltica* sowie der Silicoflagellat *Distephanus speculum*.

*Nodularia* gelangte im Spätsommer und Herbst zu einiger Bedeutung. Sie kulminierte am 8. VIII. 10 und kam bis zum Dezember vor. Da sie im Osten ihr Hauptverbreitungsgebiet hat, gelangte sie hauptsächlich an schwachsalzigen Tagen zum Fehmarnbelt. Zur Zeit der Salzmaxima wurden gar keine Fäden gesehen.

*Anabaena* wurde nur im Sommer gesehen, am zahlreichsten am 29. VIII. 10. Auch ihr Heimatsgebiet ist die eigentliche Ostsee. Nach Ostenseeland gelangt sie nur selten bis in die dänischen Gewässer (58, S. 440).

Von *Distephanus speculum* sollen nach Lohmann nur ca. 7% gefangen werden (46, S. 21). Obwohl er nach demselben Forscher das ganze Jahr hindurch vorkommt, fand ich ihn nur vom 11. X. 10 ab. Die Zahlen fallen von hier an gleichmäßig bis zum Winter. *Distephanus* wurde bisher von allen Forschern am meisten im Herbst und im Frühjahr nur selten gefunden. Östlich der Darsser Schwelle fand er sich nur vereinzelt (Apstein, 5. Tabellen).

## B. Tiere.

### 1. Protozoa.

*Tintinnodea*. Ich habe sämtliche Tintinnodeen-Gehäuse, auch die ohne Weichkörper, gezählt. Hierbei folgte ich Hensen, der fand, daß die meisten dieser Tiere bald nach dem Fange ihr Gehäuse verlassen. Die meisten leeren Gehäuse waren also beim Abfischen der Wassersäule noch von den Tieren besetzt und müssen deshalb mitgezählt werden.

*Cyttarocyclus denticulata* sah ich nur im Winter und nur bei hohem Salzgehalt. Sie findet sich nach Brandt (21) in der Beltsee nur im Tiefenwasser und wurde auf den Terminfahrten fast nur im Februar und Mai gesehen. Meine Zahlen zeigen bestätigend, daß sie durch den salzigen Nordseestrom in die Beltsee eingeführt wird. Ihr Hauptverbreitungsgebiet ist die nördliche Nordsee und das Skagerrak. Nach Brandt kann sie höchstens 12° Wärme vertragen (l. c.). Daraus erklärt es sich, daß sie nur im Winter bis zur Beltsee vordringen kann. In manchen Jahren wird sie ganz in der Beltsee vermißt (l. c.).

*Cyttarocyclus helix* kommt dagegen im Winter gar nicht im Plankton des Fehmarnbeltes vor. Sie tritt im Juli zuerst auf, zeigt ein kräftiges Maximum im August und hält sich den Herbst hindurch bis Ende November. Von da an ist sie aus dem Plankton verschwunden. Im Mai 1910 wurden schon einige Exemplare gefunden. Während die höchste Zahl von *Cyttarocyclus denticulata* 27 800 war, erreicht *Cyttarocyclus helix* 420 000 p. qm Oberfläche. Die erste Holsatia-Expedition fand *Cytt. helix* am meisten in der westlichen Ostsee, in der Nordsee und im Ozean nur vereinzelt (16, S. 214). Die zweite Holsatia-Expedition stellte ein Überwiegen der westlichen Ostsee gegenüber der östlichen fest. Hensen fand bei Fehmarn 1887 72 000, bei Bornholm 2000, bei Memel nur 240 p. qm Oberfläche. Driver fand *Cytt. helix* nur bis St. 5 in der Ost-

sec (24). Ihr Hauptauftreten fällt nach Brandt für die Kieler Bucht in den August und September. In 3 von 5 Beobachtungsjahren trat daneben ein kleines Frühjahrsmaximum auf. Im Mai und Juni wurde sie nie gefunden. Laackmann fand sie in der Kieler Bucht 1905 nur von Juli bis Oktober, am meisten im August und September (43). Lohmann bestätigt für Laboe das große Herbstmaximum und fand auch ein kleines unbedeutendes Frühjahrsmaximum (48).

*Tintinnopsis campanula* wurde von Laackmann in der Kieler Bucht 1905 nur im Juli, August und September gefangen (43). Lohmann fing sie ebenda auch noch im Oktober 1905 (48)<sup>1)</sup>.

Im Fehmarnbelt zeigte sie sich schon im Mai des Untersuchungsjahres. Im Juni und Juli wurden keine Gehäuse gesehen. Das Maximum lag am 29. VIII. 1910 mit 510 000 Individuen p. qm. Nach Brandt (10, S. 151) fällt das Maximum in der Kieler Förde gewöhnlich in die Monate September und besonders Oktober. *Tintinnopsis campanula* ist über die ganze Ostsee verbreitet und kann auch sehr schwachsalziges Wasser vertragen, da sie noch im Bottnischen Meerbusen gefunden ist (19). Die im Fehmarnbelt am 13. II. 1911 gefundenen 8000 Gehäuse rühren wohl nur von abgestorbenen Tieren her. Lohmann schließt allerdings aus solchen vereinzelt gefundenen Funden, daß sie sich das ganze Jahr hindurch in ganz geringer Menge hält. *Tps. campanula* ist bisher bekannt aus den nordeuropäischen Meeren, dem Mittelländischen Meere und dem Atlantischen Ozean.

Von den übrigen *Tintinnopsis*-Arten konnte ich unterscheiden *Tintinnopsis baltica* und *Tintinnopsis beroidea*. Die übrigen Arten, deren Unterscheidung schwierig war, sind unter *Tintinnopsis* sp. zusammengefaßt. Die Hauptmasse dieser letzteren nimmt eine *Tintinnopsis ventricosa* ähnliche Form ein, die der Laackmannschen Varietät von *Tps. ventricosa* mit verdicktem Mündungsrand entspricht (43, Tafel I, Fig. 3). Diese drei Formen fanden sich fast das ganze Jahr hindurch. Gegen den Winter nehmen ihre Zahlen schnell ab. Alle, auch *Tps. baltica*, bei der Lohmann nur ein September-Maximum feststellen konnte (48, S. 166); besitzen zwei Maxima, ein Frühjahrsmaximum im April, das bei *Tps. baltica* und den *Tps. sp.* das größere ist, und ein zweites im Herbst, das bei *Tps. beroidea* größere Ausdehnung annimmt und sich bis zum Dezember hinzieht.

Dieses Überwiegen in der kalten Jahreszeit wurde auch schon von früheren Untersuchern bei *Tps. beroidea* festgestellt. Lohmann fand sie 1905 bei Kiel am häufigsten im Winter (48, S. 293). Laackmanns Tabelle zeigt ein Maximum im Mai und Oktober (43, S. 37). Aber auch bei ihm war sie im Winter häufig, in der warmen Jahreszeit dagegen selten. (Vgl. die Anmerkung unten.) *Tps. beroidea* scheint über die ganze Ostsee verbreitet zu sein. Denn sie wurde sowohl in der Kieler Förde (Brandt), wie im Finnischen Meerbusen (Levander), wie in der mittleren Ostsee (Kräfft) festgestellt (19, S. 138). *Tps. baltica* wurde nach Merkle bisher noch nie außerhalb der Ostsee (im weiteren Sinne) und des Kattegatts gefunden (51, S. 176).

<sup>1)</sup> Laackmann gibt in seiner Tabelle (43) nur allgemeine Häufigkeitszeichen. Er hat die Fänge anscheinend nicht gezählt, sondern nur nach Stichproben das Vorhandensein der *Tintinnodeen* abgeschätzt. Daraus erklärt sich, daß seine Angaben mehrfach im Widerspruch mit denen Lohmanns stehen, obwohl beide Forscher die Fänge bei Laboe 1905/06 gleichzeitig ausführten. Laackmann machte daneben noch Fänge im Kieler Binnenhafen.

Nach Brandt ist auch sie über das ganze Ostseegebiet verbreitet (19, S. 143). Ihr Hauptauftreten liegt nach Merkle im Mai (51, S. 176); Lohmanns Tabellen von Laboe 1905 (48, S. 293) zeigen ein Hauptmaximum im September und ein kleineres im April, Laackmanns Tabellen ein Maximum im September (43, S. 37); doch scheinen sie auch im Mai ziemlich häufig gewesen zu sein. Nach meinen Befunden und auch denen der meisten anderen Untersucher kommt sie das ganze Jahr in ziemlicher Anzahl vor. Die *Tps. sp.* (var. *ventricosa*) überlegen an Zahl weit die beiden letzten Arten. Sie sind das ganze Jahr hindurch reichlich vorhanden. Nur im Winter nehmen sie bedeutend ab, ebenso im Hochsommer. Letztere Tatsache hängt wahrscheinlich mit dem schwachen Salzgehalt der Oberfläche in dieser Jahreszeit zusammen. *Tintinnopsis ventricosa* scheint auf stärkeren Salzgehalt angewiesen zu sein. Nach Hensen, Apstein, Kräfteff und Merkle wurde sie bisher in der östlichen Ostsee nur vereinzelt in der Tiefe gefunden (51, S. 176). Laackmann fand sie in der Kieler Förde 1905–06 am häufigsten von Februar bis April 1906. Ich fand für den Fehmarnbelt zwei deutliche Maxima im April und November.

Von den *Tintinnus*-Arten erschien 1910 *Tintinnus subulatus* zuerst im Juniplankton des Fehmarnbeltes mit 40 000 p. qm. Er nahm im Juli stark ab und wurde im August nicht mehr gefunden. Im September trat er wieder auf und nahm dann rasch an Zahl zu bis 680 000 p. qm am 11. X. 10. Bis Ende November blieb er zahlreich. Im Winter war er aus den Fängen verschwunden. Hensen fand 1884 das Maximum für die westliche Ostsee im Oktober. Dasselbe stellten Brandt und Apstein bei der Heulboje in der Kieler Bucht für die Zeit von 1888 bis 1893 fest. Laackmann fand das Hauptauftreten in der Kieler Förde 1905–06 in der Zeit von August bis Oktober (43, S. 37). Brandt und Apstein bemerkten bei der genannten Fangstation einige Male ein kurzes Auftreten in der ersten Jahreshälfte und Hensen ein kurzes Anschwellen der Zahlen im Juli (19, S. 396 f.). Ähnliches gibt auch Lohmann für Laboe an (48, S. 293). *Tintinnus subulatus* scheint also nach den bisherigen Befunden, welche durch die vorliegenden für den Fehmarnbelt bestätigt werden, in der Beltsee ein kleines Maximum im Frühjahr und ein großes Hauptmaximum im Oktober zu besitzen. — Brandt bezeichnet *T. subulatus* als Seichtwasserform und Küstenform. Er wurde bisher nur an den Küsten Europas bemerkt. In der nördlichen Nordsee wurde er nur vereinzelt von Hensen gefunden (19, S. 398). Er ist ziemlich stark euryhalin und findet in der östlichen Ostsee noch gutes Gedeihen. Doch scheint er nach den Zahlen der 1. und 2. Holsatiaexpedition in der westlichen Ostsee besonders gute Lebensbedingungen zu finden.

1. Holsatiaexpedition (Juli—August 1885).		2. Holsatiaexpedition (September 1887).	
Westliche Ostsee	33 000 p. qm	Fehmarn	513 000 p. qm
Kattegatt	11 000 „ „	Arkona	364 000 „ „
Skagerrak	19 000 „ „	Scholpin	252 000 „ „
		Rixhöft	49 000 „ „
		Memel	23 000 „ „
		Stettiner Haff	—

*Tintinnus acuminatus* wurde in den Fängen des Feuerschiffes „Fehmarnbelt“ von Lüttgens schon im Januar und März 1910 beobachtet. In den Fängen des Frühlings und Sommers 1910 habe ich ihn nicht gefunden. Erst im November trat er wieder auf und später zeigte er sich nochmals im Januar und Februar 1911. Er erreicht bei weitem nicht die hohen Zahlen von *T. subulatus*. — Nach früheren Untersuchungen erscheinen beide *Tintinnus*-Arten ziemlich gleichzeitig im Herbstplankton der Beltsee und sind im Winter und Frühjahr selten (43, S. 36; 48, S. 293). In dem Untersuchungsjahr war das Vorkommen im Fehmarnbelt deshalb recht auffällig und unregelmäßig. *T. subulatus* kam schon im Juni mit einer starken Kulmination vor, und *T. acuminatus* schließt sich im Vorkommen nicht an ersteren an, sondern erscheint erst im November, als *T. subul.* schon am Verschwinden ist. Er löst diese Art ab. Hensen fand 1887 *T. acuminatus* von August bis März in der Kieler Förde „in zunehmender Menge“ (19, S. 381). Brandt und Apstein fanden 1888—93 in der Kieler Bucht große Verschiedenheiten, stellten aber diese Form stets von August bis Januar fest (19, S. 388), ebenso Laackmann 1905—06 (43, S. 36). Letzterer fand ihn am zahlreichsten im Dezember, Lohmann auffälligerweise in demselben Jahre und an derselben Fangstelle am meisten im August (48, S. 292). Driver sah ihn in allen 4 Terminmonaten (II., V., VIII., XI.), am häufigsten im August und November (24, S. 121). *T. acuminatus* scheint eine Form des kalten Wassers zu sein, die hauptsächlich im Winter in die Beltsee geführt wird und auch auf salziges Wasser angewiesen ist. Hensen stellte auf der 2. Holsatiafahrt 1887 fest, daß *T. acuminatus* ostwärts nur bis Fehmarn vorkommt (19, S. 382). In der östlichen Ostsee ist bisher noch kein Individuum gefunden (l. c.). Aus dieser starken Abhängigkeit von den hydrographischen Verhältnissen wird sich das unregelmäßige Auftreten des *T. acuminatus* im Untersuchungsjahr bei Fehmarn erklären lassen.

Aus Drivers Zahlen scheint mir auch hervorzugehen, daß besonders zur Zeit des häufigsten Vorkommens, also im Herbst, *T. subulatus* hauptsächlich in den oberen Wasserschichten und *T. acuminatus* mehr in der Tiefe vorkommt. Das spricht auch dafür, daß *T. acuminatus* nicht so stark eurytherm und euryhalin ist wie *T. subulatus*, besonders, wenn man ihre geographische Verbreitung mit in Betracht zieht.

*Cothurnia maritima* beobachtete ich nur auf *Chaetoceras boreale* festsetzend. Sie ist in der östlichen Ostsee zu Hause und dringt nur mit dem schwachsalzigen Wasser nach Westen vor. Daher fand ich sie im Plankton nur an den schwachsalzigen Tagen des 29. VIII., 19. IX., 31. X., 5. XII., 12. XII. 1910 und am 13. II. 1911. Verhältnismäßig am zahlreichsten war sie am 5. XII. 1910.

## 2. Metazoa.

*Coelenterata*. Ephyren, wahrscheinlich von *Aurelia*, wurden im September, Oktober, November 1910 und im März 1911 gefangen. Bei der Nähe der Küste wurden ziemlich hohe Zahlen erzielt, am 11. X. 10 400 p. qm.

*Sarsia tubulosa* wurde einmal am 6. III. 11 mit 320 Individuen p. qm gefunden.

*Vermes*. Bei den Rädertieren handelt es sich wahrscheinlich meist um *Synchaeta*. Die genauere Bestimmung ist fast unmöglich, da die Tiere sich bei der Konservierung fast stets zu Kugeln zusammenballen. Das Maximum lag im Herbst 1910, wo am 17. X. 123 000

p. qm gezählt wurden. Hohe Zahlen weist auch der Mai auf. Lohmann vermutet wegen seines ähnlichen Befundes bei Laboc ein Frühjahrs- und Herbstmaximum (48, S. 307). Im Hochsommer und im Winter nehmen die Zahlen stark ab. Nur bei Strömung von Osten treten Synchaeten im Fehmarnbelt auch im Winter auf. Ihr Hauptverbreitungsgebiet ist ja auch die Ostsee. Die von mir für Fehmarnbelt gefundenen Zahlen sind schon relativ sehr hoch.

Ausgesprochene Formen des schwachsalzigen Wassers sind unter den Rotatorien auch die *Anuraea*-Arten, die von Driver nur in der eigentlichen Ostsee und nur sehr spärlich und von mir nur einmal bei sehr niedrigem Salzgehalt am 31. X. 10 gefunden wurden.

*Sagitten* traten im August 1910 auf, erreichten im Oktober die höchste Individuenzahl und blieben den ganzen Winter bis zum März 1911 im Plankton des Fehmarnbeltes. Ihr Vorkommen im Mai ist vereinzelt. Apstein fand allerdings 1903 auf den Terminfahrten im Mai bei Fehmarn 640 *Sagitten* p. qm. (5, S. VI), und Lücke fand bei Borkumriff für *Sagitta* zwei ausgesprochene Maxima, eines im Frühjahr und eines im Herbst. Vielleicht ist auch hier der Frühling und Herbst bevorzugt.

Die *Sagittenzahlen* erscheinen auf den ersten Blick sehr unregelmäßig. Bei einem Vergleich mit dem Oberflächensalzgehalt sieht man jedoch, daß jedes Anwachsen des Salzgehaltes eine Zunahme der *Sagitten* hervorbrachte. Ich habe dieses Verhältnis durch eine Zusammenstellung der entsprechenden Kurven zum Ausdruck zu bringen versucht (Kurve III). — Diese Abhängigkeit zeigt sich auch im geographischen Vorkommen. Auf den Terminfahrten wurde *Sagitta* nur bis O. 5 (Darsser Schwelle) regelmäßig, östlich davon nur selten und nur in größeren Tiefen gefangen (Apstein 5, Tabellen). Aber auch in der Beltsee hält sie sich, wie die betreffenden Tabellen bei Apstein beweisen, stets in tieferen Schichten auf. Hensen nennt das Vorkommen der *Sagitten* rätselhaft und ungewöhnlich variabel (33, S. 258). Er fand 1885 das Maximum in der Kieler Bucht im Februar und März. 1884 fand er aber bei Fehmarn im September die immerhin beträchtliche Anzahl von 1335 p. qm (33, S. 259). Lohmann fand das Maximum für die Kieler Förde 1905 im September (48, S. 306), Driver für die Beltsee 1905 auf der Terminfahrt im August (24, S. 122), wie es nach Apstein auch 1903 gewesen war (5), 1904 lag es dagegen wieder im Februar (24, S. 122). Auch meine Zahlen weisen gegen Ende des Winters ein Ansteigen auf. (Das Minimum vom 13. II. 11 ist nur durch den geringen Salzgehalt hervorgerufen.) Bei der starken Abhängigkeit vom Salzgehalt wird man nicht fehlgehen, wenn man die verschiedene Lage der Maxima dieser Tiere in der Beltsee auf verschiedene Strömungen zurückführt. Wahrscheinlich werden sie in großer Zahl vom Kattegatt eingeführt. Kraeffts Tabellen zeigen ein starkes Überwiegen des Kattegatt über die Beltsee in bezug auf die Anzahl der *Sagitten* (38).

Wurmlarven<sup>1)</sup> sah ich in den Fängen vom Sommer 1910 überhaupt nicht. Erst im Herbst trat eine Art im Plankton auf, *Polydora*. Im Oktober kamen dazu viele Lovensche Larven,

<sup>1)</sup> Bei der Zählung wurden die einzelnen Arten nicht auseinandergehalten. Ich habe durch nachträgliche Untersuchungen die Hauptformen zu bestimmen gesucht. Wenn ich dadurch auch kein sicheres Bild der Jahresentwicklung der einzelnen Arten bieten kann, so hoffe ich doch, die Urheber der Hauptmaxima festgestellt zu haben.

nach Leschke's Untersuchungen junge Polynoiden. Daneben fand sich Polynoë. Im Winter beherrschten die Spioniden die ganze Menge der Wurmlarven. Doch sah ich noch am 6. III. 11 einige Polynoë und auch schon Polydora. Die Zahlen vom April und Mai 1910 bedeuten hauptsächlich Polydoralarven. — Das Maximum der Wurmlarven lag am 2. I. 11, wo hauptsächlich durch die Spiolarven fast 31 000 p. qm. erreicht wurden. Hensen fand auch in der Kieler Bucht die Polychaetenlarven am reichlichsten im Winter vertreten (28, S. 61), Lücke am Borkumriff dagegen im Sommer, und im Winter nur vereinzelt Larven (50, S. 112). Die Wurmlarven erscheinen im Fehmarnbelt an salzreicherem Wasser gebunden<sup>1)</sup>.

*Bryozoa.* Cyphonautes, die Larve von Membranipora (Schneider), traf ich erst in den Fängen von September 1910 ab an. Sie findet sich auch in allen darauf folgenden Monaten der Untersuchungsreihe, ohne jedoch wieder größere Zahlen zu erreichen. Da diese Larven sich später festsetzen, findet man im Fehmarnbelt mit seinem seichten Wasser und seiner Küstennähe viele Cyphonauteslarven. Damit erklären sich die im Vergleich mit anderen Fangstellen recht hohen Werte. Auch Hensen wies hier im September 1887 157 000 Individuen p. qm nach (31, S. 116). Bei fast allen früheren Untersuchungen wurden sie in der Beltsee in fast allen Monaten gefunden, östlich von der Darsser Schwelle, wo das Wasser allmählich an Tiefe gewinnt, aber nur selten (Apstein, 5. XXX).

*Mollusken.* Muschellarven kamen von Mai bis Dezember 1910 ununterbrochen im Plankton des Fehmarnbeltes vor. Im Winter und ersten Frühjahr 1911 waren keine gefangen. Die Zeit ihres häufigsten Vorkommens lag 1910 im Juni, wo 348 000 p. qm gezählt wurden. Im Oktober findet man ein zweites Maximum, das jedoch nicht denselben großen Umfang annimmt, wie das erste. Nach Brandt wird das erste durch Mytilus, das zweite durch Mya und andere Bodenschnecken hervorgerufen. Die Terminfahrten ergaben meist kleinere Zahlen für den Fehmarnbelt. Sie bestätigen das Herbstmaximum (Tabellen von Apstein, 5).

Die Schneckenlarven zeigen dieselben Verhältnisse bezüglich der Lage ihrer Entwicklungsmaxima und der Zeit ihres Vorkommens. Sie sind jedoch stets spärlicher als die Muschellarven. Auch bei ihnen werden die Maxima im Wesentlichen auf dem Auftreten von Larven verschiedener Schneckenarten beruhen. Man kann bisher sowohl Muschel-, wie Schneckenlarven verschiedener Arten in den früheren Stadien, in denen sie im Plankton vorkommen, nicht voneinander unterscheiden. Hensen fand ebenfalls die Maxima im Juni und September (28, S. 57f.). Driver und Merkle trafen auf den Terminfahrten nur das Herbstmaximum an (24, S. 122; 51, S. 339).

Ich möchte hier darauf hinweisen, daß die Molluskenlarven nach den bisherigen Untersuchungen, bei denen Fänge aus verschiedenen Tiefen vorliegen, örtlich und jahreszeitlich ganz verschiedene vertikale Verteilung gezeigt haben. In Apsteins Tabellen der Terminfahrten von 1903 (Apstein, 5. Tabellen XXIII—XXVII) zeigt sich im Mai bei den Muschellarven auf den Stationen O. 3, O. 2 und O. 1 ein deutliches Überwiegen der Zahlen in der Tiefe und auf

<sup>1)</sup> Drivers Abhandlung enthält anscheinend ein Versehen. Während das Maximum der Wurmlarven in den Tabellen mit 28 000 p. qm im Februar verzeichnet steht, wird es in der Abhandlung selbst in den Mai gelegt. Driver fand im Herbst fast gar keine Polychaetenlarven.

den Stationen O. 4, O. 5 und O. 7 finden sich in der 5—0 m-Schicht überhaupt keine jungen Muscheln. Ähnlich ist es bei den Schneckenlarven, die allerdings nur spärlich vertreten sind, bei denen aber vielleicht gerade deswegen diese Verteilung um so deutlicher hervortritt. Man möchte dieses Überwiegen im Tiefenwasser bei den Larven von Bodentieren natürlich finden. An den Stationen O. 6, O. 8, O. 9, O. 10, O. 12, O. 13 überwiegen aber die Molluskenlarven an der Oberfläche bedeutend.

Ein Vergleich dieser Maifänge mit denen des August 1903 zeigt, daß hier überall in den oberen Wasserschichten für die Molluskenlarven größere Zahlen gewonnen wurden, sowohl in der Beltsee, wie in der Ostsee. Drivers Schließnetzfüge der Terminfahrten von 1905 (24) ergaben stets größeren Gehalt an Molluskenlarven in den oberen Schichten. Kräfte's Zahlen von März und April 1906 geben ähnliche Verhältnisse an, wie sie Apstein für Mai 1903 fand. Kräfte fand Molluskenlarven in der Ostsee in dieser frühen Jahreszeit nur an O. 2 und O. 10, und zwar an O. 2 nur in der Tiefe, an O. 10 in der Tiefe von 93 bis 80 m 180 Exemplare, in 80 bis 40 m nur 4 p. cbm Wasser. Im Kattegatt und der Nordsee, wo viel höhere Zahlen gefunden wurden, halten sich die Molluskenlarven meist in den mittleren und tiefsten Wasserschichten. Nur selten wurden in der 0—5 m-Schicht größere Mengen gefunden. Es läßt sich schwer entscheiden, ob es sich bei dieser Erscheinung um Aufsteigen im Laufe der Entwicklung, um Einwirkung von hydrographischen Verhältnissen oder um verschiedenartiges Auftreten der vielen einzelnen Arten handelt.

*Echinodermata.* Echinodermenlarven sah ich in den Fängen vom Fehmarnbelt nur im September und Oktober 1910. Damit stimmt überein, daß Hensen sie in der Kieler Bucht am häufigsten im August und September fand (28, S. 62). Nach Lohmann kamen sie in der Kieler Bucht 1905 von Juli bis Oktober vor (48, S. 318). Apstein (5) fand *Ophiopluteus* in der Ostsee 1903 im Mai bis O. 3 (Fehmarn) und *Bipinnaria* im August nur im westlichsten Teile der Beltsee.

### Crustacea.

*Decapodenlarven* fanden sich nur vereinzelt im Oktober 1910 und März 1911.

Von *Cladoceren* wurden gefangen: *Bosmina maritima*, *Evadne*-Arten und *Podon*-Arten. Bei der Zählung wurde zunächst versucht, die einzelnen *Evadne*- und *Podon*-Arten gesondert zu zählen. Später mußte ich jedoch wegen des zu schlechten Erhaltungszustandes der konservierten Exemplare diese Art Zählung aufgeben.

Die *Cladoceren* sind bekanntlich gänzlich an die warme Jahreszeit gebunden. *Bosmina* kam nur im August, Anfang September und noch einmal spärlich im Oktober vor. *Evadne* und *Podon* waren von Mai bis Oktober im Plankton vorhanden. Am häufigsten waren alle drei Gattungen am 19. IX. 10. *Evadne* und *Podon* zeigen daneben noch eine Zunahme der Zahlen am 30. V. Zwischen beiden Höhepunkten gehen die Zahlen tief herab. Am 8. VIII. 10 wurde *Podon* überhaupt nicht und *Evadne* nur mit 1600 p. qm gefangen, während am 19. IX. *Podon* 11 400 und *Evadne* 66 000 p. qm zählten.

*Bosmina maritima* kommt nur kurze Zeit im Plankton vor. Hensen fing sie 1884 und 1885 bei Kiel nur von Juli bis September, allerdings in solcher Menge, daß sie quantitativ den

Copepoden gleichkam (28, S. 54). Driver sah sie im Augustplankton der Terminfahrten 1905, im November nur vereinzelt (24, S. 125). Apstein fand sie 1903 auf den Terminfahrten nur im August (5). Die beiden letzten Untersucher beobachteten sie übrigens nur bis zur Darsser Schwelle nach Westen hin, und Lohmann vermißte sie 1905/06 bei Kiel gänzlich (48, S. 314). Auch Apstein gibt im Résumé der Bulletins (21, S. 42) an, daß sich *Bosmina* von der nordöstlichen Ostsee aus mit dem schwachsalzigen Oberflächenwasser ausbreite und im August in der östlichen Ostsee am häufigsten sei. Die hohen Zahlen von 1910 bei Fehmarn sind deshalb sehr auffällig und sicher in erster Linie durch den im Sommer so niedrigen Salzgehalt der Oberfläche, also durch die Strömung von Osten hervorgerufen.

Die *Evadne*-zahlen werden wohl hauptsächlich durch *Evadne Nordmanni* repräsentiert. Die andere in der Beltsee vorkommende Art, *Evadne spinifera*, wurde bisher nur sehr selten gefunden und hat ihre Hauptverbreitung auch in der Nordsee und im Atlantischen Ozean (Nordisches Plankton [11], Zool. T. 4; Apstein 21, S. 43f.). Auf den Terminfahrten wurde sie nur bis zur St. 5 östlich und nur zur Zeit ihres häufigsten Vorkommens im August gefunden (5). Hensen betont übrigens, daß der biologische Wert der Trennung der *Evadne*-Arten noch nicht geklärt sei (33, S. 321). *Evadne* findet anscheinend im Fehmarnbelt günstige Daseinsbedingungen, wenn sie auch im allgemeinen in der östlichen Ostsee häufiger zu sein pflegt. Apstein fand 1903 im August auf St. 3 (Fehmarn) 20 000, auf O. 1 und O. 5 nur 2000 bzw. 5000 *Evadne* (Tabellen von Apstein 5). Ich zählte im August sogar 32 000 p. qm. Ihr Überwiegen in der eigentlichen Ostsee konnte von fast allen bisherigen Forschern festgestellt werden. Hensen erhielt im allgemeinen in der Beltsee weniger *Evadnen* als in der eigentlichen Ostsee (33, S. 325). Driver beobachtete *E.* vereinzelt in der Beltsee, häufiger erst von der Darsser Schwelle nach Osten (24). Ähnliche Ergebnisse hatte Merkle (51). Auch nach Brandt (14, S. 28) werden die *Evadne*-formen im Osten häufiger. Im Gegensatz zu diesen Angaben stehen die von Apstein 1903 und die von der Holsatiaexpedition 1901, welche die höchsten Zahlen in der Beltsee aufweisen. Nach meiner Ansicht sind solche Befunde auf starke Strömungen von Osten zurückzuführen. *Evadne* ist im allgemeinen in der östlichen Ostsee häufiger als in der Beltsee. In der Kieler Bucht wurde sie von Lohmann 1905 nur vereinzelt gefangen (48).

Von *Podon* erhielt Lohmann dagegen recht hohe Werte (48, S. 314). Bei mir und auch allen anderen bisherigen Beobachtern, Hensen (33, S. 325), Apstein (5, Tabelle 1), Driver (24), Merkle (51), liegt das Verhältnis zwischen den Cladoceren-Gattungen anders. Die höchsten Zahlen erreicht *Evadne*, dann kommt *Bosmina*, und *Podon* reicht kaum an die Hälfte der *Evadne*-zahlen heran. Nur selten ist dies Verhältnis gestört, z. B. durch massenhaftes Auftreten der *Bosminen*. Zahlenmäßig war das Verhältnis der Cladoceren im Fehmarnbelt 1910 zur Zeit der größten Häufigkeit folgendes: *Podon* = 11 400 p. qm, *Bosmina* = 27 000 p. qm, *Evadne* = 66 000 p. qm, also angenähert 4:9:22.

Von den *Podon*-Arten wird in erster Linie *Podon Leuckarti* gezählt sein. *Podon polyphemoides* kommt meist in der eigentlichen Ostsee und *Podon intermedius* viel spärlicher als *P. Leuckarti* vor. Apstein fand 1903 in der Beltsee fast nur *P. Leuckarti* (5, Tabelle S. VII und VIII). Dieser ist nach Apsteins Zusammenfassung in den Bulletins (21, S. 48) eine Form

kälteren und salzreicheren Wassers; er kann sogar bei Temperaturen leben, die um den Gefrierpunkt liegen und wurde am häufigsten bei einem Salzgehalt von 23 bis 35‰ gefunden. Er kommt vor, soweit bisher bekannt, in der Ostsee, Nordsee, im Kanal, nach Norden bis zum Nordkap und bei Island, hält sich aber stets an der Küste. Meine Podonzahlen sind sehr hoch. Ich zählte im Mai 5000 und im September 11000 p. qm.

Am 26. IX., beim Auftreten stärker salzigen Wassers, verschwindet *Bosmina* gänzlich aus dem Plankton, und die übrigen Cladoceren zeigen starke Abnahme. Nach dem 17. X. wurde nur *Evadne* noch zweimal ganz vereinzelt gesehen. *Hensen* konnte im Winter 1883/84 *Evadne* und auch *Podon* in der Beltsee nachweisen (33, S. 325). Die Cladoceren sind als ausgeprägte Oberflächentiere den verschiedenartigsten Einflüssen ausgesetzt. Daraus erklärt sich ihr wechselndes Auftreten.

*Copepoda*. Die Copepoden sind von *Otten* gezählt, der dieselbe Fangserie nach dem jährlichen Verlauf der Entwicklungsstadien der Copepoden untersucht hat (*Otten* 60). Da er die Copepoden sehr eingehend behandelt, kann ich mich auf allgemeinere und etwa ergänzende Betrachtungen beschränken.

Die Copepoden nehmen zur Zeit ihrer größten Häufigkeit wegen ihrer Größe die Hauptmasse des Planktons ein. Sie haben große Bedeutung als Planktonzehrer und als Nahrung größerer Meeresorganismen. Nach dem Gehalt an organischer Substanz rechnet *Brandt* einen Copepoden gleich 135 Ceratien und 1687 Diatomeen (15, S. 87). Gefunden wurden folgende acht Arten: *Oithona similis*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Acartia bifilosa*, *Acartia longiremis*, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*, *Eurytemora hirundo*. Außerdem bemerkte ich einmal, und zwar in dem Fange vom 2. I. 1911, bei sehr starkem Salzgehalt eine *Microsetella atlantica*.

Nach ihrer Häufigkeit verteilen sich die Copepoden prozentualiter folgendermaßen: Es kamen im Jahresmittel 1910/11 nach *Otten* im Fehmarnbelt auf: *Oithona* 31,0 %, *Pseudocalanus* 19,6 %, *Acartia bifilosa* 16,54 %, *Paracalanus* 13,69 %, *Temora* 9,97 %, *Acartia longiremis* 6,12 %, *Centropages* 4,58 % (60, S. 256). *Eurytemora* kam nur in kleinen Mengen vor.

Die Copepodeneier zeigen neben den starken Maxima im April und Oktober 1910 noch verhältnismäßig hohe Zahlen im Januar und Februar 1911, die wahrscheinlich auf das durch Strömung verursachte Copepoden-Maximum im Dezember zurückgehen.

Die Nauplien haben ihre größte Häufigkeit am 30. V. 10 mit 1 Million p. qm. Von den qualitativ untersuchten Fängen wies der vom 2. V. fast gar keine, der vom 23. V. viele Nauplien auf. Im September und Oktober läßt sich ein zweites Maximum erkennen. Auch im Winter gehen die Zahlen nicht bedeutend herunter, nehmen vielmehr vom Dezember 1910 bis März 1911 deutlich zu. Die Nauplien halten sich überhaupt das ganze Untersuchungsjahr hindurch im Vergleich zu den Eiern und anderen Entwicklungsstadien auf ziemlich gleichmäßiger Höhe. Sie gehen nur dreimal unter 200 000 und nur zweimal unter 100 000 p. qm herab.

Die Copepoditstadien hatten ihr Frühjahrsmaximum noch später als die Nauplien, am 20. VI. 10, während ihr Herbstmaximum mit dem der Nauplien im September zusammenfällt. Von ausgewachsenen Copepoden wurden am meisten am 20. VI. und im September

gefunden. So zeigt sich in den Zahlen für die Copepoden und ihre Entwicklungsstadien eine natürliche Regelmäßigkeit. Auf die Eiablage im April folgt eine Zunahme der Nauplien und darauf bald das Copepodit- und Copepoden-Maximum. Hensen berechnet die Entwicklungszeit vom Ei bis zum geschlechtsreifen Copepoden auf 55 bis 65 Tage (33, S. 299). Otten hat aus vorliegenden Zahlen die Entwicklungszeit vom Ei bis zum Abschluß des Copepoditstadiums auf rund 60 Tage berechnet, was mit Hensens Zahlen gut übereinstimmt.

Die anscheinend auffällige Tatsache, daß die Nauplien zahlreicher sind als die Eier, wird schon von Driver (24, S. 124) damit erklärt, daß es sich in jedem Fange um die Eier höchstens der letzten 8 Tage, dagegen um die Nauplien einer weit größeren Zeit handelt, da die Eier schon nach 8 Tagen entwickelt sind (Oberg), die Dauer des Nauplienstadiums aber viel länger ist.

Die Jahreswerte der einzelnen Arten zeigen einen unruhigen Verlauf, der herzu-  
zuleiten ist von der starken hydrographischen Abhängigkeit der Copepoden.

*Oithona similis* hält sich fast nur im relativ starksalzigen Wasser der Beltsee auf. Sie zeigt ihr erstes Maximum am spätesten von allen Copepoden erst im Juli. Das Herbstmaximum, welches dieses erste stark überragt, sowohl was Dauer als auch was Individuenzahl angeht, liegt im Oktober. Lohmann fand für die Kieler Bucht das Frühjahrsmaximum schon im Mai (48, S. 301). Vielleicht ist die Entwicklung dieser salzliebenden Form durch den schwachen Salzgehalt so lange zurückgehalten. Denn die Eiablage erfolgte, wie aus den Zahlen hervorgeht, zugleich mit der der anderen Copepoden im April. Otten ist der Ansicht, daß Wasser von ca. 10‰ die Grenze für die Existenz der Oithonen bildet (60, S. 281). *Oithona* ist im Fehmarnbelt also schon nahe an der Grenze ihres häufigen Vorkommens. Während von Lohmann, Driver und Merkle in der westlichen Ostsee bis 1 Million p. qm gefunden wurden, zählte Otten in der Zeit ihrer größten Häufigkeit nur 200000 p. qm. Im Osten kommt sie nur im stark salzigen Tiefenwasser vor. Strömungen von Westen und Nordwesten bringen deshalb in relativ starksalzigem Wasser viele Oithonen zum Fehmarnbelt, Strömung von Osten dagegen ruft eine Abnahme der Oithonen im Fehmarnbelt hervor.

*Paracalanus parvus* wird von Oberg nur als Gast in der Beltsee angesehen (57, S. 93). Er wurde östlich von O. 8 gar nicht mehr und östlich von O. 5 bisher nur ganz selten gefunden, ein Beweis, daß er sich dem schwachsalzigen Wasser der Ostsee nicht mehr anpassen kann. Trotzdem und obwohl das erste Naupliusstadium noch nicht in der Beltsee gefunden werden konnte, wird Obergs Ansicht nicht allgemein geteilt. Kraefft (38, S. 76) und auch Otten (60, S. 271) sind der Ansicht, daß *Paracalanus* in der Beltsee zu stark verbreitet ist, als daß man ihn nur als Gast ansehen dürfte. Allerdings zeigt ein Vergleich der im Fehmarnbelt gewonnenen Zahlen mit dem Salzgehalt deutlich, daß er mit dem Tiefenstrom des Großen Beltes großenteils eingeführt wird. — *Paracalanus* zeigt ein Frühjahrsmaximum im Mai und auch von August bis Oktober noch einmal größere Zahlen.

Fast genau denselben Jahresverlauf wie *Paracalanus* hat *Pseudocalanus elongatus*. Auch er wird sicher in großer Menge durch den Tiefenstrom aus dem Großen Belt in den Fehmarnbelt eingeführt. Sein ganzer Jahresverlauf zeigt deutlich die Abhängigkeit der Zahlen vom Tiefensalzgehalt. Für *Pseudocalanus* fand Lohmann das Häufigkeitsmaximum im Mai, Apstein im Mai,

Driver im August. Ich finde für ihn wie für alle anderen Copepoden ein deutliches Frühjahrs- und Herbstmaximum.

Von den beiden *Acartia*, *A. bifilosa* und *A. longiremis*, erreichte *A. bifilosa* meist höhere Werte. Sie war am stärksten vertreten im September mit 161000 p. qm. Ein Frühjahrsmaximum mit 92000 p. qm liegt im Mai. Am 12. XII. 1910 erreicht sie noch einmal die beträchtliche Anzahl von 126000 p. qm, um im Winter nur spärlich vorzukommen. Denselben Verlauf zeigt auch *A. longiremis*. Auch ihre Zahlen steigen am 12. XII. nochmals bedeutend. Beide *Acartien* sind Formen des schwachsalzigen Wassers der Ostsee und nehmen deshalb bei jedem Vordringen des Ostseewassers im Fehmarnbelt zu, während sie bei Zufluß von stärker salzigem Wasser aus dem Westen oder aus dem Großen Belt im Fehmarnbelt abnehmen. Der 19. IX., 31. X. und 12. XII. 10 zeigen den in diesem Falle günstigen Einfluß des schwachsalzigen, der 11. X., 21. XI. 1910 und der 2. I. 1911 den ungünstigen des starksalzigen Wassers.

Ähnliche Verhältnisse gelten für *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* und *Eurytemora hirundo*. Letztere wird von Kuhlitz (42, S. 117) sogar als reine Brackwasserform angesprochen. Alle genannten drei Formen hatten 1910 im Fehmarnbelt ein Maximum im Juni und eines im September. Daneben zeigen sie im Winter eine durch Zufluß von Ostseewasser hervorgerufene Zunahme der Bevölkerung. Bei *Temora* und *Acartia longiremis* übertrifft letztere sogar das Herbstmaximum. Ende September und Anfang Oktober, bei vordringendem stärker salzigem Wasser, wurden nur wenige dieser Arten gezählt. *Eurytemora* wurde in dieser Zeit sogar gänzlich im Fehmarnbelt vermißt und tauchte erst am 12. XII. wieder auf. Der Winter rief, wie bei allen Copepoden, auch bei diesen Formen Abnahme und teilweise gänzlich Verschwinden hervor.

Für *Temora* konstatierte Driver 1905 (24, S. 124) eine deutliche Zunahme nach Osten hin. Dasselbe zeigen Apsteins Tabellen von 1903, die mit Ausnahme von Mai in allen Monaten ein Überwiegen in der Ostsee aufweisen. Merkle dagegen fand 1907 (Juli bis August) sie ziemlich gleichmäßig verteilt und die größten Zahlen sogar auf O. 1 (51, S. 338), ähnlich wie Apstein 1903 im Mai. Diese Befunde sind auffällig, da *Temora* im Fehmarnbelt 1910/11 stets im schwachsalzigen Wasser häufiger war. Lohmann fand in der Kieler Bucht 1905—06 auch nur kleine Zahlen (48, S. 300). Auch für *Centropages* und für *Eurytemora* wird man das Hauptentwicklungsgebiet für die Ost- und Beltsee in den östlichen Gebieten zu suchen haben und wird annehmen müssen, daß sie viel durch Strömungen in die Beltsee vertrieben werden.

Die Copepoden zeigen somit im Fehmarnbelt alle ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum. Eines der beiden Maxima ist meist stärker ausgeprägt, als das andere. Im Winter und im Sommer ist ihre Bevölkerungsdichte stark herabgesetzt. Ob die beiden Maxima auf Strömungen zurückzuführen sind, oder ob sie eine regelmäßige Erscheinung bei den Copepoden des Fehmarnbeltes sind, wird bei dem starken Wasserwechsel an dieser Fangstelle durch die vorliegende Untersuchung allein schwer zu entscheiden sein. Für die Annahme, daß die beiden Maxima regelmäßige jährliche biologische Erscheinungen sind, spricht aber folgende Tatsache. Bei den beiden in der Literatur bisher vorliegenden Jahresserien von Planktonfängen, die in bedeutend ruhigerem Wasser gemacht sind, sowohl bei Lohmanns Jahresserie von Laboe 1905—1906, als auch bei Lückes Jahresserie vom Borkumriff 1910, sind diese beiden Maxima für die Copepoden-Eier,

die Nauplien und die geschlechtsreifen Copepoden der einzelnen Arten deutlich ausgeprägt. Es ist nicht anzunehmen, daß dieselben Verhältnisse zufällig an den 3 verschiedenen Fangstellen in teilweise verschiedenen Jahren durch hydrographische oder andere Umstände so übereinstimmend hervorgerufen sind.

Lohmann unterscheidet in der Kieler Bucht Frühjahrs- und Herbstcopepoden (48, S. 349). Die Frühjahrscopepoden *Acartia*, *Centropages* und *Pseudocalanus* beginnen ihre schnelle Zunahme mit dem Eintreten des schwachsalzigen, die Herbstcopepoden *Oithona*, *Temora*, *Eurytemora* und *Paracalanus* mit dem Eintreten des starksalzigen Wassers. Diese Unterscheidung läßt sich im Fehmarnbelt nicht durchführen. Wohl ist auch hier das eine Maximum stärker ausgeprägt als das andere, doch nicht in dem Maße, wie es Lohmann für Laboe fand. Insbesondere wären aber für den Fehmarnbelt andere Arten als Frühjahrs- bzw. Herbstcopepoden zu bezeichnen. *Paracalanus* zeigt z. B. gerade im Frühjahr, beide *Acartien* dagegen im Herbst größere Häufigkeit. Eigenartig ist auch in der Kieler Bucht das Zusammengehen von im Fehmarnbelt so verschieden auftretenden Formen, wie *Paracalanus* und *Temora*, einem Bewohner des stärker salzigen Tiefenwassers und einem des salzarmen Oberflächenwassers.

Das abnorme Maximum des Fehmarnbeltes am 12. XII. 10 ist durch Zufluß von salzarmem Wasser und dadurch vermehrter Zufuhr von im Osten stärker vertretenen Copepoden zu erklären, denn nur diese weisen die Zunahme auf. Das Maximum zieht auch eine Steigerung der Eier- und Nauplien Zahlen nach sich, während die Copepoditstadien keine sich zeitlich anschließende Zunahme ihrer Zahlen erkennen lassen.

#### Tunicata.

Von Appendicularien kommt im Fehmarnbelt nur *Oikopleura dioica* vor. Sie ist 1910 im Wesentlichen auf den Herbst beschränkt. Dauernd erscheint sie erst im August, was auch Apstein 1903 auf der Terminfahrt feststellte (5). Ich fand indessen schon in den Maifängen einmal 4000 Individuen p. qm. Auch Brandt und Apstein beobachteten sie schon im Juni und Juli bei Kiel, und Lohmann vermutet auf Grund seiner Zahlen für Laboe sogar ein Frühjahrsmaximum (48, S. 313). Im Winter wurde *Oikopleura* nicht mehr gesehen. Abhängigkeit von hydrographischen Verhältnissen ist nicht nachzuweisen. In dieser Hinsicht scheint *Oikopleura* große Verschiedenheiten aufzuweisen. Nach Driver war sie 1905 auf stark salziges Wasser beschränkt. Apstein fand sie dagegen 1903 über die ganze Ostsee verbreitet (5, Tabelle S. VII, VIII). Brandt zählt sie dagegen wieder zu den Formen starksalzigen Wassers (14, S. 28).

Fischlarven wurden sehr selten gefangen. Am 30. V. eine Larve von *Pleuronectes flesus* und am 20. VI. eine von *Onos cimbrius*. Die Bestimmung der Fischlarven hatte gütigst Herr Dr. Müller ausgeführt.

Fischeier wurden am 9. V. und 20. VI. beobachtet, ebenfalls nur vereinzelt.

Die „Eier alle“, die wohl in der Hauptmasse von den Copepodeneiern gestellt werden, zeigen auch ein starkes Frühjahrs- und Herbstmaximum. Während aber bei den *Ova hispida* das Frühjahrsmaximum bedeutend stärker war als das Herbstmaximum, liegt hier die umgekehrte Erscheinung vor.

## V. Das Plankton des Fehmarnbeltes im Jahresverlauf (1910/11).

Der Jahresverlauf läßt sich gut an der Tabelle der Monatsmittel für die einzelnen Planktongruppen verfolgen. Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Monate April, Juni, Juli, November und Februar keine Mittelwerte bieten konnten, da in diesen Monaten nur an je einem Tag untersucht wurde. Die Zahlen für die Copepoden sind auch im April Mittelwerte.

Bei der Betrachtung des Zahlen- und Massenverhältnisses der Planktonten im Jahresverlauf fällt zunächst das zahlenmäßige Überwiegen der Planktonpflanzen über die Planktontiere während des ganzen Jahres auf. Dieses Überwiegen der Pflanzen beruht im Wesentlichen auf ihrer Einzelligkeit. Während die Tiere des Fehmarnbeltes mit Ausnahme der Tintinnodeen Metazoen sind, bestehen die Pflanzen entweder überhaupt nur aus einer Zelle oder aus zu Ketten zusammengefügtten Zellen. Diese typische oder modifizierte Einzelligkeit ist ein großer Vorteil für die Planktonorganismen. Je kleiner der Planktont ist, desto größer ist seine Oberfläche im Verhältnis zu seinem Volumen. Deshalb können die einzelligen Pflanzen das Sonnenlicht und die sie umspülenden Nährstoffe des Meerwassers aufs höchste ausnützen. Auf diese Anpassungserscheinungen haben zuerst Brandt und Schütt hingewiesen (12 und 70).

Der Jahresverlauf des Phytoplanktons war im Wesentlichen ebenso, wie er schon für die westliche Ostsee ermittelt ist. Im Frühjahr 1910 dominierten die Diatomeen, an ihrer Spitze Chaetoceras. Sie nehmen schnell an Zahl ab, erreichen im Juni die geringste Dichte und steigen dann wieder, um im Oktober die zweite Wucherung durchzumachen. Daneben begann aber schon im September die Wucherung der Peridineen, besonders der Ceratien, die Ende September und Anfang Oktober ihren Höhepunkt erreicht. Im November haben die Chaetoceras stark abgenommen, ebenso die Ceratien. Andere Diatomeen, unter ihnen am wichtigsten die Rhizosolenien, haben dagegen jetzt erst ihre höchsten Zahlen. Im Winter ist, abgesehen von einer kleinen Anschwellung im Januar, ein allgemeines Zurückgehen der Pflanzen zu verzeichnen. Aber schon der frühe März 1911 regt alle Diatomeen zu erneutem Wachstum an, während die Peridineen noch weiter zum Minimum herabsinken.

Der reichste Monat an Pflanzenzellen in der untersuchten Zeit war der März 1911 mit 2,5 Milliarden Zellen, welche fast allein von den Diatomeen, besonders Skeletonema, gestellt werden. An zweiter Stelle steht der April 1910 mit einer halben Milliarde Zellen, die auch fast allein von den Diatomeen, dieses Mal hauptsächlich Chaetoceras-Arten, vertreten werden. Die dritte Stelle behaupten September und Oktober 1910. Beide weisen annähernd 300 Millionen Pflanzenzellen auf. Davon sind im September ein Drittel Peridineen, zwei Drittel Diatomeen, im Oktober ein Sechstel Peridineen, fünf Sechstel Diatomeen. Im Vergleich zu diesen Monaten stehen die übrigen weit zurück. Mit Ausnahme vom November, den man wohl als Ausläufer des Oktober betrachten kann, erreicht kein Monat mehr über 100 Millionen Pflanzenzellen.

Die Tiere folgen im allgemeinen dem Werden und Vergehen der Pflanzen, deren sie als Nahrung bedürfen. Außerdem sind sie meist ebenso, wie diese, von den jahreszeitlichen Bedingungen abhängig. Demgemäß sehen wir die größte Bevölkerungsdichte des Zooplanktons auch im Frühjahr und Herbst. Im April 1910 liegt das Frühjahrs-

maximum der Tintinnodeen. Es wurden auch noch einige Wurmlarven gesehen, die aber mit fortschreitender Jahreszeit in diesem Jahre eigentümlicher Weise verschwanden, während sonst *Polydora* im Sommerplankton häufig ist. Im Mai nehmen die Copepoden und ihre Entwicklungsstadien zu, und als neue Formen treten auf Sagitten, Synchaeten, Molluskenlarven, Cladoceren und Oikopleura. Alle diese zeigen im Mai oder Juni eine starke Zunahme. Im Hochsommer nehmen die Tiere wieder ab, bis im September und Oktober für alle Tiergruppen mit Ausnahme der Wurmlarven, die jetzt erst wieder beginnen aufzutreten, große Zahlen gefunden wurden. Im Winter 1910/11 ist fast bei allen Tieren Abnahme zu konstatieren. Nur die Wurmlarven haben im Januar ihr Maximum, und Sagitta und die *Cyphonautes*-Larven behalten etwas höhere Zahlenwerte. Das Frühjahr 1911 regt die Tiere noch nicht zur Vermehrung an, während dies bei den Pflanzen schon deutlich zu bemerken ist. Das Frühjahrsmaximum des Zooplanktons liegt zeitlich erst nach dem des Phytoplanktons. Ich komme auf die Bedeutung dieser Tatsache noch zurück.

Zahlenmäßig steht von den untersuchten Monaten für die Tiere an erster Stelle der Juni 1910 mit 2 Millionen Tieren. Danach folgen April und Mai 1910, die beide 1 900 000 Individuen erreichen. In allen drei Fällen wird die Hauptmasse von den Entwicklungsstadien der Copepoden gestellt, welche im Mai und Juni über 1 Million zählen. Auch die Herbstmonate September, Oktober und November zeigen in den Tiergruppen große Zahlen. Alle drei weisen ca. 1,5 Millionen auf, die aus fast allen Tiergruppen zusammengesetzt sind.

Über die jahreszeitliche Bedeutung des Phytoplanktons als Nahrung können Zahlenverhältnisse allein keine Auskunft geben. Hierbei kommt auch noch das Massenverhältnis in Betracht. Da weist nun schon Brandt 1897 darauf hin (14, S. 34), daß im Sommer (besonders im Mai und August 1893) die Planktonfänge der Kieler Bucht zu mehr als 60 % oder 70 % der Trockensubstanz aus Tieren beständen, und betont, daß dieses auffällige Zurücktreten der Nahrungsproduzenten einer näheren Untersuchung bedürfe. Auch im Fehmarnbelt scheint dieses Verhältnis im Sommer 1910 vorzuliegen. Im Mai, Juni und Juli besonders, wo große Mengen Copepoden und teilweise über eine Million Entwicklungsstadien der Copepoden vorliegen, machen die Pflanzen des Planktons gerade ihr Minimum durch. Weder Diatomeen noch Peridineen sind in größerer Menge vorhanden. Nur *Anabaena baltica* zeigt ihre größten Zahlen. Die Volumina, die wohl in der Hauptsache durch die Tiere (Copepoden) gestellt werden, sind in dieser Zeit sehr klein. Es scheint, als ob wirklich die meisten Tiere zur Zeit ihrer größten Häufigkeit Hunger leiden müßten. Auch im Winter liegen ähnliche Verhältnisse vor. Lohmann, der auch für den Winter 1905/06 bei Laboe ein Nahrungsdefizit berechnete (48, S. 347), nimmt als Ersatzquelle den Detritus an, der überall im Meere, besonders an seichten Stellen zahlreich vorkommt und auch im Fehmarnbelt, wie meine Zahlen beweisen, stark vertreten ist. Nähere Untersuchungen über seine Bedeutung und sein Vorkommen in deutschen Gewässern liegen noch nicht vor. Im dänischen Limfjord hat neuerdings Petersen nach einer neuen auf Hensens Plankton-Methode aufgebauten Methode den Detritus näher untersucht und hat unter anderem auch seine quantitative Abhängigkeit von Wind und Wellenbewegung in den seichten Gewässern des Limfjordes (8 bis 12 m) festgestellt (62, S. 74).

Aus dem oben Gesagten ging hervor, daß im Fehmarnbelt Pflanzen und Tiere des Planktons ziemlich gleichartige Verteilung im jahreszeitlichen Vorkommen besitzen. Frühjahr und Herbst sind von beiden bevorzugt. Ich kann deshalb Lohmann nicht zugeben, daß ein ununterbrochenes Ansteigen des Planktons im Laufe des Jahres stattfindet (48, S. 331). Auch seine durch das Rechenvolumen gefundenen Werte des Vollplanktons zeigen das Frühjahrs- und Herbstmaximum deutlich (48, S. 331), und aus seinen Zahlen geht diese Periodizität, wie im Laufe dieser Abhandlung mehrfach gezeigt wurde, klar hervor. Lohmann will dem Frühjahrsmaximum nur eine sekundäre Bedeutung zumessen. Er spricht es nur als Diatomeenmaximum an. Wie aber seine und auch die Zahlen aller anderen Untersucher beweisen, sind nicht nur die Diatomeen, sondern auch sehr viele andere Planktonten, vor allem auch viele Metazoen im Frühjahr zahlreicher. Frühjahr und Herbst sind sicher in der Planktonproduktion bevorzugte Jahreszeiten.

Bei sehr vielen Organismen ist die Vegetation stark durch ihre Abhängigkeit von den jahreszeitlichen und besonders den hydrographischen Bedingungen, die ja auch teilweise jahreszeitlich begründet sind, beeinflusst. Die Zunahme der Temperatur bis zu einem Optimum, das bei den einzelnen Arten verschieden liegt, wirkt z. B. im Frühjahr fördernd, ihre Abnahme gegen den Winter dämpfend auf das Wachstum des Planktons.

Große Bedeutung hat auch der Salzgehalt. Die Abhängigkeit hiervon zu untersuchen, ist der Fehmarnbelt mit seinen starken Strömungen, in denen hoher und niedriger Salzgehalt rasch wechselt, ein günstiger Ort. Diese starken Strömungen sind insofern allerdings auch ungünstig, als durch sie manche biologisch interessante Eigenschaften indigener Planktonten verdeckt werden.

Eine sehr gute Handhabe gibt dagegen der Salzgehalt, um die schwierige Frage zu entscheiden, welche Planktonten soweit indigen sind, daß man ihre zahlenmäßige Zunahme auf örtliche Vermehrung zurückführen kann, und bei welchen Formen die Zunahme hauptsächlich oder lediglich auf Zufuhr in zugeströmtem Wasser beruht. — Es liegt im Begriffe des Planktons, daß die zu ihm gehörigen Organismen willenlos durch Strömungen des Wassers mitgeführt werden. Hierdurch werden manche Organismen in Gebiete gelangen, in denen sie nur als Gäste anzusehen sind. Da nun gerade im Fehmarnbelt starke Strömungen das ganze Jahr hindurch vorhanden sind, so treten hier, je nachdem Strömung von Osten oder aus dem Großen Belt vorherrscht, viele Formen auf, die in der Ostsee oder in der Nordsee beheimatet sind. Sie fallen auf durch ihre Abhängigkeit vom Salzgehalt. Denn die jeweilige Strömung im Fehmarnbelt festzustellen, bietet der wechselnde Salzgehalt den sichersten Anhalt. Nun hat das Kattegatt, das Skagerrak und die westliche Beltsee relativ hohen Salzgehalt, die östliche Ostsee dagegen niedrigen Salzgehalt. (Der Salzgehalt steigt von der Ostsee durch die Beltsee bis ins Kattegatt von ca. 8‰ auf 20‰ und 30‰.) Man kann also bei steigendem Salzgehalt im Fehmarnbelt im allgemeinen auf Zuströmen von Kattegatt- oder Beltseewasser, bei fallendem auf Strömung aus der Ostsee schließen. Große Abhängigkeit von Strömungen kann dann anzeigen, daß die Form als nicht heimisch anzusehen ist. Ihr Auftreten ist vielleicht nur durch Strömung hervorgerufen.

Man darf allerdings nicht bei allen Planktonten, die im Auftreten Parallelismus mit dem Salzgehalt zeigen, annehmen, daß sie nur Gäste sind. Viele werden z. B., obwohl sie im Fehmarnbelt ihre Heimat haben, durch Strömung wieder von hier fortgeführt, sodaß zu einer gewissen Zeit vielleicht gar keine oder nur sehr wenige Vertreter einer Art am Ort vorhanden sind. Bei wechselnder Strömung aber erscheinen sie wieder im Heimatsgebiet, ohne daß man trotz augenscheinlicher Abhängigkeit von Strömungen sie als Fremdformen ansehen dürfte. Auf solche wechselnde Strömungen wird man die Schwankungen im Bestande und das zeitweilige Fehlen und sporadische Auftreten der Wurmlarven, Cyphonauteslarven, vieler Diatomeen u. a. zurückführen müssen, da diese Formen sicher als indigen anzusehen sind, wie Untersuchungen über ihre geographische Verbreitung beweisen. Wechselnde Strömung ruft ein Hin- und Herwogen der Massen hervor, das besonders bei Fremdformen auch oft am Untersuchungsorte den Anschein von mehreren aufeinander folgenden Maxima erwecken kann. Dies zeigt sich in den vorliegenden Untersuchungen deutlich beim Vergleich der Kurven von *Rhizosolenia alata* und der Sagittenkurve mit der Kurve des Oberflächensalzgehaltes (Kurve III). Die *Rhizosolenien*-kurve weist vier große Erhebungen auf, zwischen denen sie jedesmal stark fällt. Ähnlich ist es bei der Sagittenkurve. Die jedesmal erneut im Fehmarnbelt zu Tage tretende Zunahme ist, wie der Vergleich mit dem Salzgehalt beweist, nur durch Zuströmen und wieder Zurückströmen in diesem Falle starksalzigen Wassers, das die *Rhizosolenien* und Sagitten enthielt, hervorgebracht. Der sehr auffällige Parallelismus spricht dafür, daß die beiden Formen in großer Menge durch den Großen Belt in die Beltsee eingeführt werden.

Für *Rhizosolenia styliformis* wies Brockmann, der 1906 Untersuchungen über den Einfluß von Salzgehaltserniedrigung auf das Zellplasma anstellte, besonders starke Stenohalinität nach (20, S. 6). Andere *Rhizosolenien* waren allerdings wieder stark euryhalin. Für *Sagitta* wurde die größere Häufigkeit in salzreicherem Wasser schon von früheren Untersuchern festgestellt. Sie kommt nach Apstein, Driver, Merkle, Kräftt östlich von der Darsser Schwelle nur im Tiefenwasser vereinzelt vor. Nur in der Bornholmtiefe und im Tiefenwasser der Danziger Bucht kommt sie in so großen Mengen vor, wie kaum sonst in der Ostsee und Beltsee (Apstein, 5, Tab. S. VIII, XXVII). Strodtmann vermutet deshalb dort ein eigenes Verbreitungszentrum (73, S. 167). Sie wird hier mit dem Tiefenwasser bei dessen Erneuerung eingeführt sein und kann sich wegen des schwachen Salzgehaltes der oberen Schichten nicht über größere Gebiete verbreiten. Für *Oikopleura*, die bisher auch meistens, unter anderen auch von Brandt (14, S. 28) als Form salzreichen Wassers genannt wurde, konnte ich auffallender Weise keinen Parallelismus mit dem Salzgehalt feststellen. Apstein fand sie 1903 aber auch über die ganze Ostsee verbreitet (5, Tabelle S. VII, VIII).

Sehr scharf ist diese Abhängigkeit von den Strömungen bei den einzelnen Copepodenarten ausgeprägt, wie bei der Behandlung der einzelnen Arten oben ausführlicher gezeigt wurde und worauf auch Otten hinweist. *Oithona*, *Paracalanus*, *Pseudocalanus* erscheinen im Fehmarnbelt an relativ salzreiches, die *Acartien*, *Temora*, *Centropages*, *Eurytemora* an salzarmes Wasser gebunden. Die Beziehungen der Diatomeen und Ceratien zum Salzgehalt der Oberfläche während der Herbstwucherung zeigen folgende Tabellen (Tab. a und b). Da die Plankton-

pflanzen sich im allgemeinen in den oberen Wasserschichten halten, ist nur auf den Salzgehalt der Oberfläche Rücksicht genommen, obwohl Fänge aus der ganzen Wassersäule von der Oberfläche bis zum Boden vorliegen.

Tabelle a. **Diatomeen und Salzgehalt während der Herbstwucherung.**

Datum	19. IX.	26. IX.	11. X.	17. X.	31. X.
Chaetoceras . . . .	2 500 000	4 000 000	6 500 000	(2 800 000)	3 100 000
Rhizosolenien . . .	650 000	3 600 000	18 700 000	(640 000)	280 000
Coscinodiscen . . .	—	52 000	182 000	(120 000)	450 000
Die übrigen Diatomeen	112 000	1 300 000	1 500 000	(31 000)	170 000
Salzgehalt . . . . .	10,2	13,1	18,0	12,7	8,5

Tabelle b. **Ceratien und Salzgehalt vom September 1910 bis Januar 1911.**

Datum	19. IX.	26. IX.	11. X.	17. X.	31. X.	21. XI.	5. XII.	12. XII.	2. I.	30. I.
Ceratien . . . . .	5 500 000	14 000 000	68 000 000	46 000 000	7 600 000	26 000 000	4 000 000	2 400 000	11 000 000	2 000 000
Salzgehalt . . . . .	10,2	13,1	18,0	12,7	8,5	17,4	14,8	10,3	19,5	14,6

Die Tabellen zeigen deutlich, daß der Diatomeen- und Peridineenbestand des Fehmarnbeltes besonders im Herbst stark vom Salzgehalt des Oberflächenwassers abhängig ist. Das wird im Wesentlichen darauf beruhen, daß in dieser Zeit die westlich und nördlich vom Fehmarnbelt gelegenen Gebiete stärkeren Salzgehaltes, die Beltsee und der Große Belt, im allgemeinen reicher an Diatomeen und Peridineen sind, als die östlich gelegenen Gebiete mit schwächer salzigem Wasser. Ein Strom stärker salzigen Wassers führt deshalb mehr Diatomeen und Peridineen zum Fehmarnbelt als schwachsalziges Wasser. Die Abhängigkeit von den Strömungen zeigt sich ferner noch besonders deutlich bei *Ditylium Brightwelli*, den Peridineen und *Cyttarocylis denticulata*, die alle bei Zunahme des Salzgehaltes im Fehmarnbelt zahlreicher werden und bei Abnahme des Salzgehaltes bedeutend zurückgehen. Ebenso erweisen sich durch stärkeres Auftreten im schwachsalzigen Wasser als vorwiegend oder gänzlich in der Ostsee beheimatet: *Nodularia*, *Cothurnia*, *Synchaeta*, *Anuraca*, *Bosmina*. Auch *Evadne* und *Podon* kommen im Osten häufiger vor als in der Beltsee (Brandt 14, S. 28). Sie treten hier mit *Bosmina* an die Stelle der Copepoden, welche in der Ostsee stark zurückgehen. Da sie aber auch in der Nordsee vorkommen, kann man sie nicht als in der Ostsee beheimatet ansehen. Interessante Gegensätze sind *Cyttarocylis denticulata*, die im Fehmarnbelt nur bei hohem Salzgehalte im Herbst und Winter auftrat und *Nodularia spumigena* sowie *Cothurnia maritima*, welche gerade bei hohem Salzgehalte fehlten.

Die meisten Planktonten des Fehmarnbeltes sind soweit euryhalin, daß sie auch im Wasser mit etwas verändertem Salzgehalt ihre Fortpflanzungsfähigkeit behalten. Darauf wird es beruhen, daß trotz der stark ausgeprägten Abhängigkeit von Strömungen auch im Fehmarnbelt die durch

frühere Untersuchungen an anderen Fangstellen gefundene charakteristische jahreszeitliche Verteilung der Planktonten wohl ansgeprägt bleibt.

Die meisten gefundenen Arten sind zu bestimmten Zeiten des Jahres besonders zahlreich. Man kann unterscheiden zwischen Formen, die nur ein Maximum, und solchen, die deren zwei im Jahre besitzen. Ist nur eines vorhanden, so liegt es fast stets im Herbst. Sind zwei vorhanden, so liegen sie im Frühjahr und Herbst. In Tabelle IV und V habe ich die wichtigsten Planktonten des Fehmarnbeltes nach ein oder zwei Kulminationen getrennt aufgeführt, wobei ich nach Möglichkeit die durch selbsttätige Vermehrung verursachten Kulminationen von solchen, die nur durch Strömung hervorgerufen waren, unterschieden habe. Da die Wurmlarven, Molluskenlarven, Evadne und Podon nicht nach Arten getrennt wurden, sind sie in dieser Aufstellung unberücksichtigt geblieben. Die Arten mit zwei Kulminationen übertreffen an Zahl bei weitem die mit nur einer Kulmination. Das größere Maximum lag bei den meisten Diatomeen und Tintinnodeen im Frühjahr, bei den meisten Metazoen im Herbst. Im Herbst waren von den Tieren besonders häufig: Sagitta, Synchaeta, die Cladoceren, Oikopleura und Oithona.

Es fragt sich nun: Worauf beruht die eigenartige Lage der Maxima und Minima der Planktonorganismen? Weshalb ist der Sommer, der auf dem Lande ein allgemeines Produktionsmaximum aufweist, planktonarm, und weshalb sind Frühjahr und Herbst, die auf dem Lande Übergangszeiten darstellen, planktonreich?<sup>1)</sup>

Zunahme der Planktonten an einer Meeresstelle kann bedingt sein durch Zufuhr von Planktonten durch Strömungen oder durch Eintreten günstiger Lebensbedingungen für die schon vorhandenen Planktonten, wodurch diese zu selbsttätiger Vermehrung veranlaßt werden. Strömungen sind meist durch jahreszeitliche oder meteorologische Verhältnisse hervorgerufen. Auf sie sind im Wesentlichen die kleineren Schwankungen im Planktonbestande zurückzuführen, wie ich mehrfach im Verlaufe dieser Arbeit anzudeuten Gelegenheit hatte. Günstigere Lebensbedingungen können geschaffen werden durch Zufuhr von Wasser, das durch seinen Gehalt an Nährstoffen, seinen Salzgehalt, seine Temperatur auf die Produktion fördernd wirkt. Hierin ist die Ursache für die großen Jahresmaxima zu suchen.

Abnahme der Planktonten kann verursacht sein durch Zufuhr planktonarmen Wassers durch Strömung, durch Zehrung durch andere Organismen oder durch Absterben, das wiederum durch Verbrauch der vorhandenen Nährstoffe, durch Zufuhr ungünstigen Wassers oder durch Verbrauch der Lebenskraft verursacht sein kann. Auf Zehrung oder Absterben werden die großen Jahresminima zurückzuführen sein.

Als Ursache für die Periodizität der Planktonten gibt nun Ostfeld (58, S. 437) äußere und innere Ursachen an. Die innere Ursache ist die Organisation der Zelle, die äußeren sind Temperatur, Licht usw. Nach Ostfeld ist die Temperatur allgemein als entscheidender Faktor anerkannt. Mir scheint sie nicht so ausschlaggebend zu sein. Das beweist zunächst das

<sup>1)</sup> Ich kann Lohmanns Ansicht (48, S. 334), daß ein gleichmäßiges Ansteigen der Planktonmenge im Jahresverlaufe stattfindet, nicht teilen, wie schon oben S. 268 ausgeführt.

Beispiel, das *Ostenfeld* selbst für die Wichtigkeit des Lichtes angibt. *Ostenfeld* beobachtete am 1. IV. 1900 ein lebhaftes Wachstum von *Chaetoceras*arten bei klarem Himmel aber einer Wassertemperatur von 1° und 2°.

Für das Produktionsminimum im Winter ist auch wohl der Lichtmangel ebenso maßgebend als der Wärmemangel. In der vorliegenden Untersuchungsreihe war das Oberflächenwasser im Dezember 1910 noch wärmer als im März 1911, ja noch wärmer als in den ersten Wochen des April 1910. Trotzdem lag im Dezember ein allgemeines Minimum und im März 1911 und April 1910 ein Maximum der Planktonpflanzen. Die ganze Lebenstätigkeit der Pflanzen ist ja auch mehr auf den Lichtverbrauch als auf den Wärmeverbrauch gerichtet. Die chlorophyllhaltigen Pflanzen vermögen nur bei einer Lichtmenge, die zwischen einem, bei den einzelnen Arten verschiedenen, Minimum und einem Maximum liegt, zu gedeihen. Das gilt nicht nur für die festsitzenden Land- und Meerespflanzen, sondern auch für die Planktonflora und wird schon bewiesen durch das Vorherrschen der Planktonvegetation an der Oberfläche. *Lohmann* lehnt die Lichtmenge (48, S. 332) als ausschlaggebenden Faktor ab, weil sie schon von Januar ab zunimmt, die Diatomeenvegetation aber erst März bis April einsetzt. Dem möchte ich entgegenhalten, daß wahrscheinlich die Diatomeen unserer Breiten im Januar und Februar nur eine Menge Licht bekommen, die noch unter dem für ihr Gedeihen nötigen Minimum liegt. Erst im März bekommen sie die nötige Lichtintensität und werden dadurch rasch zur Wucherung geführt. Das Gesetz des Minimums gilt nicht nur für die Nährstoffe, sondern auch für die anderen Lebensbedingungen. Man könnte dagegen einwenden, daß im hohen Norden sogar noch unter der Eisdecke eine kräftige Vegetation von Planktonpflanzen vorhanden ist (*Vanhöffen* 75). Aber zunächst besteht die dortige Planktonflora zum größten Teil, wie die der Tropen, aus besonders angepaßten Formen, und dann zeigt sich auch recht deutlich, wie mit dem Auftauen sofort die große Wucherung des Planktons einsetzt (17, S. 32). Darin drückt sich nach meiner Ansicht der günstige Einfluß der vermehrten Lichtzufuhr aus.

Die Erscheinung der periodischen Maxima und Minima ist im Süßwasser ebenso vorhanden, wie im Meere. Auch hier findet man im Frühjahr und Herbst die größte Dichte des Phytoplanktons (2, S. 185 ff.). Es ist also keine Erscheinung, welche etwa durch Bedingungen hervorgerufen ist, die speziell für das Meerwasser zutreffen, sondern sie ist aus den allgemeinen Existenzbedingungen des Wassers zu erklären. Nun weichen aber die Wucherungsperioden bei verschiedenen Seen, selbst wenn diese nahe beieinander liegen, wie z. B. der Dieksee und der Behlersee bei Plön (2. l. c.), zeitlich stark voneinander ab. Daraus geht hervor, daß die Produktion der Maxima nicht allein von Licht und Temperatur abhängig ist; denn diese waren ja gleichmäßig in beiden Seen wirksam, sondern in höherem Maße noch von anderen Bedingungen, als welche wahrscheinlich zunächst die Nährstoffe in Betracht kommen. Dafür spricht auch die von *Strodtmann* (72) festgestellte Tatsache, daß bei sonst gleichen Verhältnissen die Planktonquantität in tiefen Seen geringer ist als in flachen. Denn die Zufuhr der Nährstoffe vom Boden aus nimmt nicht in gleichem Maße zu, wie die Wassermasse. Dieselbe Menge Nährstoffe muß sich bei einem gleich großen aber tieferen See auf eine viel größere Wassermasse verteilen. Die Uferregion nimmt in der 1. Potenz, der Boden in der 2. Potenz, die Wasser-

masse aber in der 3. Potenz zu. Meines Erachtens deutet dieser Befund Strodtmanns auch darauf hin, daß die Planktonvegetation in hohem Maße von den Nährstoffen abhängig ist.

Benecke stellte bei der Süßwasseralge *Spirogyra communis* fest, daß der Gehalt des Wassers an N-Verbindungen die Periodizität in der Entwicklung reguliert. Wenn er *Spirogyra* in Nährsalzlösung züchtete, in denen Nitrate und Ammoniaksalze fehlten, die anderen Salze aber vorhanden waren, so war der Erfolg derselbe als wenn er sie in gewöhnliches Wasser brachte, sie konjugierten und bildeten Zygoten aus. Zufuhr von N-haltigen Nährsalzen zum Wasser bewirkte aber dasselbe, was durch vollständige Nährsalzlösung hervorgerufen wurde, vegetatives Wachstum (10).

In Bezug auf die im Meerwasser gelöst enthaltenen Nährstoffe sagt Brandt (17, S. 72): „Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis von dem Leben und dem Stoffwechsel im Meere ist die Hypothese, daß die Stickstoffverbindungen infolge der Tätigkeit der Stickstoffbakterien die Stärke der Produktion, wenn auch nicht ausschließlich, so doch in erster Linie beherrschen, diejenige, die am meisten Wahrscheinlichkeit hat.“ — Stickstoff-Verbindungen sind im Meerwasser enthalten als Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), als Nitrite ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) und namentlich als Nitrate ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ). Die bisher vorliegenden chemischen Analysen haben allerdings noch nicht ausschlaggebend den Beweis für die Abhängigkeit der Produktion vom Gehalt an N-Verbindungen bringen können. Teilweise sind sie auch mit Wasserproben angestellt, die an ungünstiger Stelle geschöpft waren (Gebbing, Kiel, B). Da aber dieser Beweis durch Benecke für das Süßwasser experimentell gebracht ist, dürfte er sich auch für Salzwasser erbringen lassen. Es kommen aber auch nicht allein die N-Verbindungen als Nährstoffe für die Pflanzenproduktion in Betracht. Diese Behauptung hat auch Brandt nirgendwo aufgestellt, wie viele Untersucher anzunehmen scheinen. Phosphorsäure ist für jede und Kieselsäure für manche Pflanze unbedingt nötig. Zwischen dem Vorkommen der Kieselsäure und dem der Diatomeen, welche wohl am meisten Kieselsäure im Meere verbrauchen, scheinen sogar innige Beziehungen zu bestehen. Nach den Analysen von Raben hatte, wie Brandt mitteilt, das Ostseewasser 1902 bis 1906 im Mittel im Februar 1,01, Mai 0,66, August 0,86, November 1,09 mg Kieselsäure p. l Wasser. „Ce sont là des résultats très intéressants, qui expliquent peut-être la cessation du maximum des diatomées au printemps comme causée en partie par le manque d'acide silicique“ (Ostenfeld 58, S. 429).

Diese Ergebnisse der Untersuchungen über die Lebensbedingungen der Planktonpflanzen vermögen das Auftreten der Frühjahrs- und Herbstmaxima noch nicht zu erklären. Nur spezielle, auf längere Zeit ausgedehnte Untersuchungen könnten über diese interessante Frage volle Klarheit schaffen.

Die Tiere folgen, wie schon oben S. 266 angedeutet und im Folgenden noch genauer ausgeführt, den Pflanzen, ihrer Nahrung, im jahreszeitlichen Verlauf. Ihr Gedeihen und ihre Fortpflanzung richtet sich nach dem Vorhandensein ihrer Nahrung. Vielleicht übt auch der durch die Pflanzen im Frühjahr und Herbst hervorgerufene höhere Sauerstoffgehalt des Meerwassers eine zur Fortpflanzung anregende Wirkung aus (37, S. 463 bis 466). Hier kommen aber noch besondere Momente zur Erklärung der Maxima und Minima in Betracht. Manche Tiere leben nur während ihres Larvenstadiums als Planktonten. Da wären zu nennen die Wurmlarven, die

gegen Ende ihrer Entwicklung zu Boden sinken und dort weiter leben, die Molluskenlarven und Cyphonauteslarven, die auch später ihr pelagisches Leben aufgeben. Bei anderen Tieren wird auch Absterben die Ursache der Abnahme sein. Gut verfolgen läßt sich dies bei den Copepoden, für die Hensen das höchste Lebensalter als geschlechtsreifes Tier auf ca. 250 Tage berechnet (Oithona) (33, S. 299). Danach wäre das Winterminimum hauptsächlich durch Absterben der im Frühjahr erzeugten Copepoden hervorgerufen. Auch das Sommerminimum erklärt sich am einfachsten durch Absterben der im letzten Herbst erzeugten Tiere. Auf welche der drei oben S. 271 genannten Ursachen das Absterben zurückzuführen ist, ob auf Mangel an Nahrung, auf ungünstige hydrographische Momente oder auf Verbrauch der Lebenskraft, läßt sich ohne weiteres nicht entscheiden.

Interessant ist ein Vergleich der Maxima des Zooplanktons mit denen des Phytoplanktons. Da zeigt sich, daß die Maxima der Konsumenten denen der Produzenten zeitlich folgen. (Zwar ist unser Wissen über die Nahrung der verschiedenen Planktontiere noch sehr mangelhaft, doch wird man nicht fehlgehen, wenn man die Pflanzen in ihrer Gesamtheit als Produzenten der tierischen Nahrung auffaßt.) Das Maximum der Copepoden, der Hauptzehrer der Kleinnahrung, folgt im Frühjahr 1910 der Diatomeenwucherung. Im Herbst sind in vorliegender Jahresserie durch die Strömungsverhältnisse die Zahlen wenig klar. Bei Lohmanns Fängen in der Kieler Bucht folgte aber auch im Herbst das Copepoden-Maximum der Wucherung vieler Diatomeen und der Peridineen auf dem Fuße nach (48). Lückes Monatsmittel für Borkumriff (50, S. 119) zeigen dies Verhältnis für das Frühjahr und den Herbst 1910 besonders deutlich. Die Haupteiablage fällt bei meinen Zahlen beide Male genau mit den betreffenden Maxima der Pflanzen zusammen, und daran schließt sich auch beide Male naturgemäß eine Steigerung der Zahlen für die Entwicklungsstadien der Copepoden. Nach neueren Feststellungen von Dakin (23) sollen sich die Copepoden hauptsächlich von Diatomeen nähren. Dakin sagt auch: „Eine gewisse Beziehung scheint zwischen der Zeit der Maximalzahl der Copepoden in der See und der des Phytoplanktons zu bestehen. Es ist möglich, daß diese sich gegenseitig beeinflussen oder daß beide durch andere zur Zeit noch nicht bekannte Faktoren bedingt werden.“ Hensen bestreitet allerdings (28, S. 99 und 33, S. 47ff.), daß sich die Copepoden von Diatomeen nähren, doch will er einen Einfluß der Diatomeen auf den Stoffwechsel des Meeres nicht leugnen. Auch seiner Ansicht, daß sich die Copepoden hauptsächlich durch Ausbürsten der Ceratien ernähren, würden die Verhältnisse nicht<sup>1)</sup> widersprechen, da im Herbst Diatomeen- und Peridineenwucherung fast zusammenfallen und nach Lohmanns Zahlen die Peridineen 1905 im August, die Copepoden im September und Oktober am zahlreichsten waren. Jedenfalls müssen aber die Copepoden zur Zeit des Frühjahrsmaximums zu anderer Nahrung greifen, da zu dieser Zeit kaum Ceratien und fast nur Diatomeen vorhanden sind. Auch Lohmann weist hierauf hin

<sup>1)</sup> Hensen hatte noch (35, S. 197) „die Menge der Larven und Eiproduktion der Copepoden eher in inverser, als in direkter Beziehung zu dem oft massenhaften Auftreten der Diatomeen gefunden“. Das hielt ihn davon ab, „die Diatomeen als wesentlichen Nahrungsbestandteil der etwas höher organisierten Planktontiere anzunehmen“. Die vorliegende Jahresserie von Planktonfängen, wie auch die von Lücke und Lohmann lassen ein natürliches Abhängigkeitsverhältnis erkennen.

(48, S. 228). Man wird auch nicht umhin können, die in den Fäkalballen gefundenen Diatomeenskelette in diesem Sinne als Nahrungsreste zu deuten (33, S. 47). Daß die Planktondiatomeen hohen Nährwert besitzen, der im allgemeinen von den Futterpflanzen nicht erreicht wird, ist von Brandt (15, S. 89) nachgewiesen. Im Süßwasser sind kleine Diatomeen von Apstein (1, S. 502) im Magen der Copepoden und Cladoceren gefunden. Nach Lohmann (48, S. 348) ist *Skeletonema costatum* als Nahrung viel geeigneter als die mit langen Kieselborsten versehene *Chaetoceras*. Es übertrifft nach ihm (48, S. 242) auch an Volumen *Chaetoceras* bedeutend und wird vom Netz sehr wenig zurückgehalten. Während Lohmann *Skeletonema* das ganze Jahr fand, sah ich diese Alge im Frühjahr gar nicht. Als beste Nahrung nennt aber auch Lohmann die Peridineen (48, S. 242).

Jedenfalls möchte ich annehmen, daß die Copepoden durch den Reichtum an Nahrung im Frühjahr und Herbst zu starker Vermehrung angeregt werden.

Ein ähnliches Verhalten läßt sich auch für die Kurven der Sagitten und ihrer Nahrung, die, wie sicher feststeht, in Copepoden und Tintinnodeen besteht, feststellen. Die Maxima der Copepoden im August, September, Oktober und der Tintinnen im August ziehen ein kräftiges Anschwellen der Sagittenkurve nach sich. Auch das Nannoplankton, das in vorliegenden Zählungen nicht berücksichtigt werden konnte, im Meereshaushalt aber als Nahrung vieler Planktontiere eine große Rolle spielt, scheint nach Lohmann (48) ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum zu besitzen. Es kommt als Nahrung für Molluskenlarven, Wurmlarven, Nauplien und Oikopleura zunächst, vielleicht auch noch für die Copepoden in Betracht. Alle diese Tiere besitzen auch ein Frühjahrs- und Herbstmaximum.

Genauere experimentelle oder Darminhaltsuntersuchungen der Planktontiere können in diese Verhältnisse mehr Licht bringen.

Unter den Jahresmitteln 1910/11 vom Fehmarnbelt weisen natürlich „die übrigen Diatomeen“ wegen der Riesenzahlen von *Skeletonema* die größten Mengen auf (178 Millionen). Es folgen dann *Chaetoceras* mit 107 Millionen, *Ceratium* mit 15,5 Millionen, *Rhizosolenia* mit 6 Millionen, die übrigen Pflanzen (Cyanophyceen, Silicoflagellaten) mit 1 Million, *Coscinodiscus* mit 129 000, *Peridinium* mit 126 000, *Thalassiosira* mit 102 000 und schließlich „die übrigen Peridineen“ (*Dinophysis*, *Prorocentrum*) mit 50 000.

In der Produktion an organischer Substanz wird man die Ceratien an die erste Stelle setzen müssen, da nach den Analysen Brandts, der 1 *Ceratium* = 12,5 *Chaetoceras*zellen setzt, die 15 552 708 Ceratien in den vorliegenden Jahresmitteln gleich 194 408 850 *Chaetoceras*zellen wären, also das Jahresmittel der *Chaetoceras* fast um das Doppelte überträfen.

Unter den Tieren stellen im Jahresmittel die Hauptmenge die Copepoden. Ihre Entwicklungsstadien zählen im Mittel 570 000, die geschlechtsreifen Tiere ca. 300 000. Hohe Zahlen erreichen auch die Tintinnodeen mit ca. 265 000. Die anderen Tiere bleiben hinter diesen drei Gruppen weit zurück. Ihre Reihenfolge ist der Zahl nach: Muschellarven (66 000), Oikopleura (23 000), Cladoceren (22 000), Rotatorien (15 000), Schneckenlarven (5600), Sagitten (5000), Wurmlarven (4700), Bryozoenlarven (3000) und „die übrigen Tiere“ (900).

## VI. Resultate.

Im Fehmarnbelt zeigt sich bei den meisten Planktonorganismen ein Parallelismus zwischen ihrem Vorkommen und dem Salzgehalt. Vorzugsweise in stärker salzigem Wasser fanden sich fast alle Diatomeen und Peridineen, die meisten Tintinnociden, Wurmlarven, Sagitten, Bryozoenlarven, Paracalanus, Pseudocalanus, Oithona.

In schwächer salzigem Wasser wurden vorwiegend gefunden die Schizophyceen, Cladoceren, Rotatorien und von den Copepoden die Gattungen Temora, Acartia, Eurytemora.

Trotz dieser starken Abhängigkeit von Strömungen kommt die durch frühere Untersuchungen festgestellte charakteristische Verteilung der Organismen im Jahresverlaufe klar zum Ausdruck.

Die meisten Tiere zeigen wie die Diatomeen ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum. Die Maxima des Zooplanktons folgen zeitlich denen des Phytoplanktons nach.

Für diese zeitliche Aufeinanderfolge wird eine Erklärung gebracht.

---

## Literaturverzeichnis.

1. Apstein, Quantitative Planktonstudien im Süßwasser. Biologisches Zentralblatt Bd. 12. 1892.
2. — , Das Süßwasserplankton. Kiel 1896.
3. — , Das Plankton der Ostsee. Abhandlungen des Deutschen Seefischereivereins. Bd. VII. Berlin 1902.
4. — , Die Schätzungsmethode in der Planktonforschung. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. VIII. Kiel 1905.
5. — , Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten. Teil I. Volumina. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. IX. Kiel 1906.
6. — , Übersicht über das Plankton 1902—07. Die Beteiligung Deutschlands an der internationalen Meeresforschung. IV./V. Jahresbericht. Berlin 1908.
7. — , Biologische Studie über *Ceratium tripos*. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. XII. Kiel 1911.
8. Bauer, Vertikalwanderungen des Planktons und Phototaxis. Biologisches Zentralblatt. Bd. 29. 1909.
9. — , Über zwei denitrifizierende Bakterien aus der Ostsee. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. VI. 1902.
10. Benecke, Über die Ursache der Periodizität im Auftreten der Algen auf Grund von Versuchen über die Bedingungen der Zygotenbildung bei *Spirogyra communis*. Internat. Revue für Hydrobiologie und Hydrographie I. 1908.
11. Brandt und Apstein, Nordisches Plankton. Kiel und Leipzig 1901ff.
12. Brandt, Über Anpassungserscheinungen und Art der Verbreitung von Hochseetieren. Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. I. Kiel und Leipzig 1892.
13. — , Über das Stettiner Haff. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Bd. I. Heft 2. 1896.
14. — , Die Fauna der Ostsee, insbesondere die der Kieler Bucht. Verhandl. der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. 7. Jahresvers. Leipzig 1897.
15. — , Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. III. 1898.
16. — , Über den Stoffwechsel im Meere. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. IV. 1899.
17. — , Über den Stoffwechsel im Meere. 2. Abhandlung. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel. N. F. Bd. VI. 1902.
18. — , Die Tintinnodeen der Planktonexpedition. Atlas und Vorwort. Kiel und Leipzig 1906.
19. — , Die Tintinnodeen der Planktonexpedition. Systematischer Teil. Kiel und Leipzig 1907.
20. Brockmann, Über das Verhalten der Planktondiatomeen bei Herabsetzung der Konzentration des Meerwassers. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Helgoland. Bd. VIII. 1906.
21. Bulletin trimestriel des résultats acquis pendant les croisières périodiques 1902—08. Résumés planctoniques. I., II., III. 1910, 1911, 1913.
22. Chun, Die vertikale Verbreitung des marinen Planktons. Compt. rendus. 6. Congr. internat. Zoologie. Bern 1904.
23. Dakin, Notes on the Alimentary Canal and Food of the Copepoda. Internat. Revue für Hydrobiologie und Hydrographie. I. 1908.



Tabelle I.

## Salzgehalt des Meerwassers an der Oberfläche und in 27 m Tiefe bei dem Feuer

Datum	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.		10.		11.		12.		13.		14.		
	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	
April 10.	Oberfl.	9.70	10.48	12.58	12.59	12.30	10.75	10.28	9.70	9.04	9.85	9.96	9.70	9.04	8.78	9.04	10.48	9.43	8.91	9.06	10.48	9.56	9.04	10.51	10.51	11.15	8.97	11.08	8.68
	Tiefe	21.09	20.77	22.66	22.12	21.49	20.23	20.36	21.11	20.33	21.65	20.33	20.36	19.33	19.85	20.10	20.36	20.79	20.79	21.05	20.65	20.33	20.33	20.51	20.14	19.89	19.64	19.14	19.44
Mai . . .	Oberfl.	14.67	14.98	14.71	14.76	13.75	14.04	14.17	12.87	12.48	12.85	11.13	14.22	12.45	13.12	11.80	13.12	13.24	13.21	12.53	12.85	13.21	12.72	12.45	12.53	11.57	10.61	10.90	10.09
	Tiefe	17.05	18.52	18.96	18.04	20.51	17.81	17.57	18.59	20.25	15.67	15.18	17.72	17.05	15.18	14.67	15.90	15.34	14.58	13.99	15.70	16.64	16.50	15.23	15.61	15.86	14.67	14.04	14.04
Juni . . .	Oberfl.	12.30	12.36	11.82	12.36	12.49	11.46	11.77	11.77	10.77	11.56	10.51	12.21	11.19	12.16	10.51	10.21	9.17	9.34	8.66	8.66	8.51	8.66	8.51	8.66	8.51	8.84	8.40	8.66
	Tiefe	26.83	28.82	28.73	28.16	27.63	26.98	26.88	26.49	26.25	27.14	29.70	27.23	26.73	27.14	26.98	27.14	27.14	27.14	27.97	27.97	27.14	27.14	26.73	26.49	26.49	26.67	25.77	25.21
Juli . . .	Oberfl.	12.81	14.13	14.40	13.86	13.59	13.86	13.75	13.03	11.95	13.31	11.29	11.56	11.29	12.16	12.32	12.90	13.59	13.51	13.79	13.75	13.11	11.78	11.09	11.87	11.98	11.29	10.62	10.75
	Tiefe	32.03	27.32	25.86	26.88	26.36	26.88	26.63	27.06	26.67	26.67	27.06	27.65	27.78	27.59	28.17	28.17	28.60	28.80	29.14	28.35	28.42	28.42	28.35	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80
August.	Oberfl.	11.29	12.16	9.52	10.17	9.26	9.49	9.31	8.60	8.77	9.00	9.25	8.89	9.22	8.59	11.17	9.75	9.80	9.31	8.80	8.59	9.80	8.98	8.60	8.60	9.13	9.93	9.69	9.80
	Tiefe	27.40	27.77	27.50	27.40	27.84	27.25	27.68	26.53	27.50	23.62	27.32	27.57	26.71	26.42	27.20	27.74	30.68	27.50	26.53	26.26	26.92	26.53	27.32	27.30	26.74	27.25	25.73	26.87
September	Oberfl.	8.74	9.84	9.47	9.47	9.63	10.19	10.19	10.19	11.00	10.26	10.47	10.47	11.29	11.00	10.61	9.99	9.52	9.85	9.99	9.72	9.76	9.72	9.36	9.47	9.18	9.32	8.98	9.18
	Tiefe	26.58	26.63	26.63	25.57	24.81	25.38	26.02	26.02	24.27	24.66	25.05	25.52	25.25	25.57	25.96	25.76	25.96	25.57	26.02	26.74	27.50	27.20	25.96	25.90	25.57	25.70	25.82	25.90
Oktober .	Oberfl.	15.14	15.99	17.66	16.25	16.69	17.86	13.87	13.30	16.68	16.68	16.09	16.21	17.32	17.39	17.32	14.79	15.09	16.29	17.85	19.96	18.35	18.04	15.37	16.09	16.07	15.37	13.31	14.00
	Tiefe	18.96	18.49	19.73	19.20	19.12	21.67	20.10	20.26	22.98	23.62	22.59	22.98	22.00	21.56	21.29	20.37	22.98	21.77	22.54	21.80	22.14	21.87	21.74	23.16	21.86	21.86	21.51	22.98
November	Oberfl.	8.28	7.76	11.62	9.85	10.34	14.27	14.34	14.60	15.04	16.07	15.58	16.07	16.45	16.71	16.20	15.93	17.03	17.66	17.94	19.15	17.83	18.84	19.11	19.06	18.17	18.84	18.17	16.55
	Tiefe	18.78	19.13	20.80	21.00	18.37	19.05	21.43	20.71	20.07	21.35	21.26	20.17	20.07	20.43	20.31	20.07	19.29	19.54	19.54	19.87	20.71	20.97	21.23	21.15	21.02	20.34	19.33	19.33
Dezember	Oberfl.	11.34	12.38	12.11	12.72	13.22	13.60	15.05	13.28	14.80	14.80	10.51	10.51	10.04	10.80	10.04	10.66	11.15	10.03	10.03	10.27	10.52	11.04	10.77	10.27	9.40	9.52	9.52	10.94
	Tiefe	18.13	18.39	18.64	18.63	18.46	19.01	17.83	17.86	18.13	16.56	15.68	12.39	15.73	16.62	17.38	17.63	17.63	18.12	18.87	17.63	16.65	17.99	18.10	18.10	17.86	17.88	18.10	18.37
Januar 11.	Oberfl.	19.07	19.21	18.92	19.54	18.29	18.57	19.05	18.55	17.03	16.76	16.38	15.87	14.87	15.88	17.89	16.38	14.47	14.61	14.03	16.13	17.66	17.90	17.65	17.90	18.28	18.30	18.15	17.77
	Tiefe	21.85	21.98	21.98	21.85	20.85	20.60	19.56	19.81	17.81	18.55	17.83	18.17	18.67	19.81	21.31	20.44	20.60	20.56	22.07	21.57	21.19	21.19	20.68	21.06	21.67	20.43	21.06	21.31
Februar .	Oberfl.	13.22	12.72	11.95	12.34	12.58	11.95	15.16	15.53	14.16	13.03	12.53	11.78	10.91	11.55	11.55	11.55	10.68	11.55	10.93	10.80	10.66	10.42	10.19	11.55	12.56	10.80	11.92	12.06
	Tiefe	19.42	19.42	19.16	19.42	19.79	19.79	20.93	19.81	19.04	19.31	18.78	18.92	19.42	18.93	18.30	18.53	17.79	18.53	16.92	19.05	19.79	19.79	20.03	19.54	19.79	19.67	19.79	19.79
März . . .	Oberfl.	19.81	20.30	20.43	20.81	21.29	20.57	20.82	20.31	20.56	20.07	20.61	19.81	17.54	18.30	18.43	17.68	13.46	13.35	13.85	13.98	13.98	11.80	10.68	10.68	10.68	11.44	10.68	9.79
	Tiefe	21.17	21.80	21.66	21.92	22.18	22.07	22.32	22.20	21.71	21.81	21.94	21.57	20.81	20.81	21.06	20.56	19.54	19.81	20.17	19.68	20.05	20.31	20.68	20.56	20.96	20.32	19.18	18.80

et dem Feuerschiff Fehmarnbelt von April 1910 bis März 1911 nach täglichen Beobachtungen um 8 Uhr morgens und 1 Uhr mittags.

14.		15.		16.		17.		18.		19.		20.		21.		22.		23.		24.		25.		26.		27.	
Sam	1pm																										
11.08	8.08	8.97	8.97	10.42	9.00	9.25	9.09	9.23	9.09	10.30	9.92	10.55	11.60	13.71	13.44	16.92	15.77	14.90	14.65	16.68	15.16	15.41	15.66	15.79	15.41	15.82	15.72
11.11	10.11	19.11	19.94	21.43	19.20	19.52	19.90	20.17	19.99	21.69	21.51	19.90	19.45	19.18	19.18	18.64	18.64	18.89	18.66	18.89	18.03	17.31	18.71	19.11	17.95	17.50	17.45
11.00	10.00	10.64	9.32	9.27	10.13	9.27	8.65	7.90	8.03	8.08	9.04	8.60	8.07	7.87	10.04	7.26	8.10	8.10	7.87	8.35	8.30	8.13	8.84	9.54	9.08	8.50	9.54
11.04	11.04	15.23	15.26	15.96	14.78	14.67	14.78	15.35	16.65	17.77	18.26	17.23	15.96	15.23	23.78	21.64	20.61	19.79	20.71	23.89	19.22	16.50	19.67	16.65	25.01	25.57	25.44
8.10	8.06	8.26	8.40	8.84	8.84	9.49	8.84	9.52	9.70	8.84	9.25	10.21	10.34	11.56	11.35	11.29	11.09	9.80	9.52	9.80	9.60	9.32	9.32	10.27	10.61	10.34	10.34
25.77	25.21	26.98	26.98	26.34	26.49	26.34	26.49	27.40	27.14	27.72	27.63	27.49	27.63	27.63	27.78	27.92	27.63	27.59	27.14	26.47	27.65	27.92	27.65	28.56	28.27	28.01	27.63
10.02	10.75	10.48	10.75	11.14	10.62	11.13	10.48	10.62	10.21	9.65	9.41	9.26	9.93	10.62	10.75	13.33	12.79	12.43	12.65	12.81	12.98	14.47	14.33	14.61	12.43	11.91	12.43
28.80	28.60	28.80	28.80	29.07	28.80	28.60	28.80	28.42	28.87	28.74	28.87	28.87	28.87	28.74	28.87	28.60	28.87	28.60	28.60	28.35	28.60	28.87	28.35	27.89	28.10	27.59	27.84
9.60	9.80	9.49	9.63	9.25	9.49	10.34	10.35	11.83	11.83	12.83	13.85	14.61	15.70	14.02	17.90	16.60	17.50	16.50	15.70	14.87	15.50	14.43	15.63	10.68	12.39	12.43	12.21
25.73	26.87	26.10	26.91	26.87	26.87	26.58	26.64	26.74	26.69	26.88	26.48	26.26	27.29	26.16	28.24	27.36	26.22	26.48	26.83	26.29	27.47	26.22	26.82	25.91	26.06	26.48	25.96
8.08	9.18	9.18	fehlt	8.69	10.41	8.37	8.17	8.86	9.18	9.12	10.19	10.75	11.14	11.55	11.55	11.09	11.46	11.87	fehlt	17.77	15.75	12.81	12.90	12.83	13.11	14.18	12.81
25.82	25.90	26.55	"	26.67	26.42	26.02	26.48	25.57	25.76	25.50	25.62	25.44	25.70	25.82	26.22	26.22	26.22	25.25	fehlt	25.05	25.38	24.87	25.05	24.92	26.29	26.67	25.50
13.31	14.00	14.69	14.49	12.58	13.44	13.96	12.73	13.55	13.31	11.29	11.35	11.43	11.02	12.21	11.48	9.40	11.48	7.95	10.09	11.83	12.07	11.09	11.76	9.18	8.62	8.83	10.01
21.51	22.98	21.29	22.98	21.29	21.09	22.44	23.16	21.38	20.34	21.43	21.14	21.29	22.52	22.39	21.92	21.38	19.70	21.23	20.35	21.23	20.86	22.70	21.13	20.46	20.90	20.71	20.73
18.17	16.55	16.16	14.96	14.61	14.14	15.95	16.68	16.42	16.35	15.82	16.74	17.05	17.70	18.19	17.43	18.09	18.06	18.06	18.30	17.94	16.53	15.53	16.89	15.73	15.64	15.47	16.10
19.33	19.33	18.46	19.73	19.33	19.69	18.29	18.87	20.08	20.08	20.21	19.69	20.28	20.55	19.60	19.76	19.60	20.25	20.25	19.11	19.60	19.49	18.96	19.24	20.34	20.64	20.93	20.66
9.52	10.94	12.16	10.79	14.89	14.92	14.46	11.81	9.40	9.79	12.30	12.82	14.60	14.81	14.32	16.59	16.59	16.59	17.00	17.38	19.15	18.13	18.14	19.88	19.88	19.38	17.81	18.06
18.10	18.37	18.59	18.59	18.46	19.96	20.17	20.80	20.66	20.55	22.70	22.39	21.67	21.94	22.32	21.18	21.67	21.92	21.94	21.67	22.45	21.94	22.57	22.66	22.66	22.39	22.38	22.12
18.15	17.77	18.07	18.15	17.65	18.04	18.92	18.66	19.81	21.73	22.35	19.69	20.57	19.56	20.84	20.32	20.32	20.56	19.92	19.78	19.53	19.42	18.29	18.15	17.03	17.16	18.55	19.16
21.06	21.31	21.31	21.08	21.67	21.08	20.68	20.82	20.70	18.80	19.31	21.57	21.31	21.19	21.31	21.31	21.57	21.56	21.17	21.19	21.29	20.81	20.19	20.82	20.44	20.82	20.56	20.44
11.02	12.06	12.81	10.68	11.06	12.36	15.10	14.98	16.04	15.79	15.53	15.53	16.29	17.03	17.54	17.29	17.92	17.92	17.66	18.42	20.73	20.43	21.55	19.68	19.54	20.30	20.66	20.43
19.79	19.79	19.54	19.04	18.40	20.80	22.30	19.79	17.17	17.79	17.27	19.04	19.30	18.53	18.29	19.05	19.53	19.42	19.29	20.30	22.32	21.92	22.43	22.41	22.32	22.30	22.43	22.30
19.08	9.79	10.04	9.27	9.41	9.27	8.78	9.27	9.17	8.78	10.18	10.55	10.81	9.79	9.42	9.03	8.78	9.16	8.78	7.78	8.54	8.53	9.69	9.16	9.29	9.03	9.27	9.16
19.18	18.80	18.04	18.17	18.30	17.29	16.54	17.03	17.29	18.17	19.56	19.79	20.05	19.79	19.16	19.30	19.05	19.05	19.05	19.43	19.30	19.56	20.66	20.66	20.93	19.81	20.07	20.31

27.		28.		29.		30.		31.		Datum
8am	1pm									
15.82	15.72	15.19	15.46	15.07	14.80	14.80	14.54	—	—	Oberfl. } Tiefe } April 10.
17.50	17.45	16.85	17.45	17.83	17.95	17.74	17.95	—	—	
8.50	9.54	9.54	12.27	12.88	12.67	12.00	11.58	12.15	12.25	Oberfl. } Tiefe } Mai
25.57	25.44	30.28	27.60	27.14	25.61	24.54	23.39	26.17	27.86	
10.34	10.34	10.88	12.21	12.90	12.77	13.86	13.03	—	—	Oberfl. } Tiefe } Juni
28.01	27.63	27.78	27.78	27.65	27.72	28.42	32.03	—	—	
11.91	12.43	11.77	12.39	12.43	12.53	12.14	12.39	11.29	10.21	Oberfl. } Tiefe } Juli
27.59	27.84	27.59	28.04	27.77	27.77	27.50	27.77	27.50	27.50	
12.43	12.21	9.69	10.62	9.72	10.44	11.17	10.76	10.23	9.65	Oberfl. } Tiefe } August
26.48	25.96	26.60	26.33	26.17	25.59	25.59	27.95	25.68	24.67	
14.18	12.81	12.80	12.77	12.03	12.48	12.58	12.03	—	—	Oberfl. } Tiefe } September
26.67	25.50	25.18	24.27	23.36	24.27	24.02	24.27	—	—	
8.83	10.01	9.70	8.55	7.44	8.51	9.18	8.08	8.03	8.48	Oberfl. } Tiefe } Oktober
20.71	20.73	22.00	20.80	18.18	18.28	18.33	19.73	18.42	19.21	
15.47	16.10	16.37	16.65	15.48	15.63	15.75	15.75	—	—	Oberfl. } Tiefe } November
20.93	20.66	20.59	19.20	17.00	19.15	18.96	19.20	—	—	
17.81	18.06	18.44	18.06	17.31	19.39	20.48	19.39	17.42	18.19	Oberfl. } Tiefe } Dezember
22.38	22.12	22.38	22.49	22.61	22.36	22.49	22.12	22.36	22.12	
18.55	19.16	19.42	19.16	18.91	16.00	14.61	14.61	13.99	13.60	Oberfl. } Tiefe } Januar 11.
20.56	20.44	20.19	20.70	19.76	19.68	19.40	19.04	18.78	19.04	
20.66	20.43	20.66	20.30	—	—	—	—	—	—	Oberfl. } Tiefe } Februar
22.43	22.30	23.44	22.81	—	—	—	—	—	—	
9.27	9.16	8.78	8.65	8.41	9.26	10.54	10.28	10.04	10.04	Oberfl. } Tiefe } März
20.07	20.31	20.31	20.56	20.31	20.71	20.96	20.70	20.31	20.45	

Tabelle II.

## Temperatur des Meerwassers an der Oberfläche und in 27 m Tiefe bei dem Feuerschiff Fehmarnbelt von April 1910 bis März 1911 nach täglichen B

Datum	1.		2.		3.		4.		5.		6.		7.		8.		9.		10.		11.		12.		13.		14.		15.		16.		17.		18.		19.		20.		21.			
	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm		
April 10.	Oberfl.	3.8	3.0	3.0	4.0	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.2	4.2	4.2	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.5	5.5	6.0	6.0	6.5	6.4	6.4	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	
	Tiefe	3.8	3.8	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.6	3.5	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
Mai . . .	Oberfl.	6.5	6.5	7.0	7.0	7.0	6.2	6.3	7.2	7.3	7.2	7.0	7.2	7.2	6.1	7.0	7.3	7.2	7.4	7.4	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.5	8.3	8.0	8.0	7.6	7.5	9.0	8.0	8.4	8.4	7.0	7.0	8.5	8.0	8.3	7.8	8.0	
	Tiefe	6.0	6.0	5.5	5.5	5.0	5.0	5.0	6.9	6.0	6.0	5.0	5.3	5.0	5.2	5.5	5.2	5.0	5.0	7.0	6.0	6.0	7.0	5.0	7.4	7.0	8.0	8.0	7.5	6.0	6.0	6.0	7.5	6.0	7.0	7.5	7.0	6.0	7.0	6.5	7.0	6.6	7.0	
Juni . . .	Oberfl.	10.5	11.2	10.7	10.3	12.0	12.4	12.6	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.5	13.5	13.5	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.5	13.5	14.0	15.0	14.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.5	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	
	Tiefe	6.3	7.0	6.0	6.7	6.0	6.5	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.5	6.5	6.5	6.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0		
Juli . . .	Oberfl.	15.3	15.0	15.0	15.3	15.2	15.2	15.2	15.5	15.2	15.0	15.5	15.5	15.5	15.0	15.5	16.0	16.0	16.0	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	17.0	17.0	17.0	17.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
	Tiefe	7.0	7.0	7.0	7.5	7.5	7.5	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	
August . .	Oberfl.	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.2	18.0	17.0	17.0	17.0	16.0	18.0	15.5	15.0	15.0	16.0	16.0	17.8	17.4	18.4	18.0	18.0	16.8	18.0	17.8	17.8	17.2	19.0	17.8	17.2	17.6	18.0	17.6	17.0	17.6	17.6	17.0	17.4	16.8	17.2	16.4	16.2	
	Tiefe	8.5	8.5	8.5	8.5	8.8	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.8	9.4	9.2	9.0	9.0	9.0	9.4	9.8	9.6	9.8	9.4	9.6	9.8	9.8	9.0	10.2	9.0	9.0	9.0	10.0	9.8	10.0	9.0	10.0	9.6	9.6	9.8	10.2	12.0	12.0	9.6	13.0	
September	Oberfl.	16.8	16.0	16.5	16.5	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	fehlt	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.5	16.0	16.0	16.0	15.5	15.0	15.0		
	Tiefe	11.0	10.5	10.0	10.5	10.0	10.0	9.5	10.5	11.0	10.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.5	10.0	fehlt	10.5	11.0	11.0	11.5	11.0	12.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0		
Oktober . .	Oberfl.	14.0	13.0	13.0	14.0	14.0	13.0	14.0	14.0	13.5	13.0	13.9	14.0	13.6	14.0	13.4	13.4	13.5	13.2	13.3	13.6	13.4	13.0	13.4	13.4	13.2	13.6	12.3	13.2	13.0	13.2	13.0	12.6	12.4	12.6	12.0	12.6	12.4	12.0	12.4	12.2	12.2	12.0	
	Tiefe	12.3	11.3	11.0	12.0	12.0	12.6	12.0	12.0	11.0	12.0	11.5	12.0	12.0	11.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	13.0	11.5	12.0	12.0	12.8	12.8	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	9.8	10.6	13.0	12.4	13.4		
November	Oberfl.	10.3	10.6	9.0	9.3	9.4	9.0	9.0	9.2	9.5	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	8.5	8.0	8.0	8.0	8.0	7.5	7.5	7.1	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.5
	Tiefe	11.0	11.0	11.0	11.4	11.0	11.0	12.0	11.5	11.5	11.5	11.5	12.0	12.0	12.0	12.0	10.0	9.0	9.5	9.5	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.5	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	7.5
Dezember	Oberfl.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.5	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
	Tiefe	6.5	6.5	6.5	6.5	6.0	6.5	6.0	6.0	5.5	5.5	5.0	5.0	5.5	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	5.0	4.5	4.5	4.5	4.5	6.0	6.0	6.5	6.5	5.0	5.5	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0		
Januar 11.	Oberfl.	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	4.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.5	3.0	
	Tiefe	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	4.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5
Februar . .	Oberfl.	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.8	1.7	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
	Tiefe	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.4
März . . .	Oberfl.	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.8	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6	2.6	2.4	3.0	2.8	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.7	2.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.3	2.3	2.3	2.3	
	Tiefe	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	2.8	2.8	2.6	2.8	2.8	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	2.9	2.9	2.9	2.8	3.0	2.9	2.9	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	2.8	

täglichen Beobachtungen um 8 Uhr morgens und 1 Uhr mittags.

20.	21.		22.		23.		24.		25.		26.		27.		28.		29.		30.		31.		Datum		
	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm	Sam	1pm				
6.0 4.0	6.0 4.0	6.0 4.0	6.0 4.0	6.0 4.0	6.0 4.0	6.0 5.0	6.0 5.5	6.0 6.0	6.0 6.0	6.0 6.0	6.0 5.8	6.0 6.0	6.0 6.0	6.0 6.0	6.0 6.0	6.5 6.0	6.5 6.0	6.5 6.0	6.5 6.0	6.5 6.0	— —	— —	Oberfl. Tiefe	} April 10.	
8.3 7.0	7.8 6.6	8.0 7.0	8.2 6.5	9.5 7.0	9.5 6.0	10.0 6.0	11.0 6.0	10.3 6.0	9.7 6.0	10.3 6.5	10.5 7.0	11.0 6.8	10.4 6.8	11.0 6.0	11.0 6.0	11.0 7.0	11.7 6.0	11.3 6.7	11.0 6.5	11.0 6.0	11.0 6.0	11.0 6.5	Oberfl. Tiefe		} Mai
16.0 7.0	16.0 7.0	16.5 7.0	16.5 7.0	16.0 7.0	16.0 7.0	16.0 7.0	16.0 7.0	16.0 7.0	15.5 7.0	15.5 7.0	15.5 7.0	15.3 7.0	15.2 7.0	15.3 7.0	— —	— —	Oberfl. Tiefe	} Juni							
18.0 8.5	18.0 8.5	18.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.0 8.5	17.5 8.5	17.0 8.5	17.5 8.5	17.0 8.5	17.5 8.5	17.5 8.5	17.5 8.5	17.5 8.5		Oberfl. Tiefe
17.2 12.0	16.4 9.6	16.2 13.0	16.0 10.0	17.0 10.0	16.2 11.0	17.2 11.0	16.4 11.0	18.0 10.0	16.4 11.0	18.0 12.2	16.8 10.0	17.0 9.6	17.0 11.0	17.0 10.3	16.2 10.2	17.0 11.4	16.8 11.2	17.0 12.0	15.8 13.0	17.0 14.0	16.0 13.0	17.4 11.0	Oberfl. Tiefe	} August	
15.5 11.0	15.0 11.0	15.0 11.0	15.0 11.0	15.0 11.0	15.0 11.0	fehlt fehlt	14.0 11.0	14.0 11.0	14.5 11.0	14.5 11.0	14.0 11.0	14.5 11.0	14.0 11.0	14.5 11.0	14.5 11.0	14.5 11.0	14.5 11.0	15.0 11.0	15.0 11.0	14.5 11.0	14.5 11.0	— —	— —		Oberfl. Tiefe
12.2 13.0	12.2 12.4	12.0 13.4	12.6 12.6	12.6 12.0	12.0 11.6	12.4 12.2	12.0 12.2	11.4 12.0	11.2 12.0	11.6 12.2	11.4 12.4	12.2 11.0	10.4 11.0	10.6 11.0	10.6 11.0	10.4 12.0	10.4 12.0	10.4 12.0	10.8 12.0	10.4 11.8	10.0 12.0	10.0 11.2	Oberfl. Tiefe	} Oktober	
6.5 8.0	6.0 7.5	6.5 7.5	6.0 7.5	6.0 7.0	6.0 7.0	6.0 7.0	6.0 7.0	6.0 7.0	6.0 7.0	6.0 7.0	5.5 7.0	6.0 7.0	4.0 7.0	4.0 6.5	4.0 6.5	5.5 6.5	4.5 7.0	5.0 6.5	5.0 6.5	5.0 6.5	5.0 6.5	— —	— —		Oberfl. Tiefe
5.0 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	4.5 6.0	4.5 6.0	4.5 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	5.0 6.0	4.5 6.0	4.5 5.0	4.0 5.0	Oberfl. Tiefe	} Dezember								
3.0 4.0	3.5 3.5	3.0 3.5	3.0 3.5	3.0 3.5	2.5 3.5	2.5 3.0	2.0 3.0	2.0 3.0	2.5 3.0	2.0 3.0	2.0 3.0	2.0 3.0	2.0 3.0	2.0 3.0	2.0 3.0	Oberfl. Tiefe									
2.0 2.5	2.0 2.0	2.0 2.4	2.0 2.3	2.0 2.5	2.0 2.4	2.0 2.3	2.0 2.3	2.0 2.5	2.0 2.5	2.3 2.4	2.0 2.4	2.0 2.5	2.4 2.4	2.3 2.3	2.0 2.3	2.4 2.3	— —	— —	— —	— —	— —	— —	Oberfl. Tiefe	} Februar	
2.3 2.8	2.3 2.8	2.3 2.9	2.3 3.0	2.5 3.0	2.4 3.0	2.8 3.0	2.8 3.0	2.6 3.0	2.4 3.0	2.5 3.0	2.5 3.0	2.5 3.0	2.6 3.0	2.6 3.0	2.6 3.0	2.6 3.0	2.5 3.0	2.8 3.0	3.0 3.0	3.0 3.0	3.1 3.0	3.1 3.0	Oberfl. Tiefe		} März

Tabelle III. **Setzvolumina nach 24 Stunden und nach 8 Tagen.**

Datum	4. IV.	18. IV.	25. IV.	2. V.	9. V.	16. V.	23. V.	30. V.	6. VI.
Nach 24 Stunden . . . . .	8.2	5.0	4.1	5.3	1.8	1.1	0.6	2.4	1.3
Nach 8 Tagen . . . . .	7.0	4.2	3.3	4.6	1.3	1.0	0.5	1.6	1.0

Datum	13. VI.	20. VI.	27. VI.	4. VII.	11. VII.	18. VII.	25. VII.	1. VIII.	8. VIII.
Nach 24 Stunden . . . . .	1.7	2.5	1.5	2.7	4.7	1.3	7.6	3.1	3.0
Nach 8 Tagen . . . . .	1.2	2.0	1.1	2.2	4.0	1.0	5.1	2.5	2.4

Datum	15. VIII.	22. VIII.	29. VIII.	5. IX.	12. IX.	19. IX.	26. IX.	3. X.	11. X.
Nach 24 Stunden . . . . .	4.3	13.3	2.1	2.5	1.6	3.5	4.3	5.8	12.0
Nach 8 Tagen . . . . .	3.7	12.0	1.9	2.0	1.2	2.8	3.0	4.8	9.2

Datum	17. X.	24. X.	31. X.	7. XI.	14. XI.	21. XI.	5. XII.	12. XII.	2. I.
Nach 24 Stunden . . . . .	1.4	2.0	2.5	2.7	3.1	2.0	0.8	1.8	1.5
Nach 8 Tagen . . . . .	1.0	1.7	1.7	2.1	2.3	1.8	0.6	1.1	0.8

Datum	9. I.	16. I.	30. I.	6. II.	13. II.	6. III.	13. III.	21. III.	27. III.
Nach 24 Stunden . . . . .	1.1	1.0	2.4	0.6	0.7	10.9	2.1	1.3	5.2
Nach 8 Tagen . . . . .	0.8	0.8	1.8	0.4	0.5	2.2	1.6	1.0	2.7

Tabelle IVa.

**Arten mit einer Wucherung (indigen).**

August	September	Oktober	November	Dezember	Januar
Cyttarocyli helix Tintinnopsis campanula	Ceratium tripos balticum Prorocentrum micans	Ceratium fusus Alle Peridinien Dinophysis acuminata Distephanus speculum	Melosira Borreri Dinophysis rotundata		

Tabelle IVb.

**Arten mit einem Maximum.**

August	September	Oktober	November	Dezember	Januar
Nodularia	Bosmina maritima	Ceratium furca Ceratium bucephalum Ceratium macroceros Ceratium longipes	Ditylium Brightwelli		Cyttarocyli denticulata

Tabelle Va.

**Arten mit zwei Wucherungen (indigen).** Die Hauptwucherung ist *kursiv* gedruckt.

April	Mai	Juni	Juli	August	September
Alle <i>Chaetoceras</i> <i>Thalass. nitzsch.</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>oculus iridis</i> <i>Tintinnops. balt.</i> <i>Tintinnopsis</i> <i>beroidea</i> <i>Tintinnopsis sp.</i>	<i>Oikopleura</i> <i>Synchaeta</i>	<i>Thalassiosira</i> <i>baltica</i> <i>Centropages</i>	<i>Tintinnus</i> <i>subulatus</i> <i>Oithona</i>		<i>Fragilaria</i> <i>Tintinnopsis</i> <i>baltica</i> <i>Centropages</i> <i>Cyphonautes</i> <i>Oikopleura</i>
Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März
<i>Chaetoceras alle</i> <i>Coscinod. oc. ir.</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>centralis</i> <i>Coscinod. rad.</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>concinus</i> <i>Cerataulina</i> <i>Tintinnus subul.</i> <i>Synchaeta</i> <i>Oithona</i>	<i>Thalassiothrix</i> <i>nitzschoides</i> <i>Thalassiosira</i> <i>baltica</i> <i>Tintinnopsis</i> <i>spec.</i>	<i>Tintinnopsis</i> <i>beroidea</i>			<i>Fragilaria</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>centralis</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>radiatus</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>concinus</i> <i>Cerataulina</i> <i>Cyphonautes</i>

Tabelle Vb.

**Arten mit zwei Maxima.** Das Hauptmaximum ist *kursiv* gedruckt.

April	Mai	Juni	Juli	August	September
	<i>Paracalanus</i> <i>Acartia bifilosa</i> <i>Sagitta</i>	<i>Acartia</i> <i>longiremis</i> <i>Eurytemora</i> <i>Temora</i> <i>Pseudocalanus</i>		<i>Paracalanus</i>	<i>Cothurnia</i> <i>Acartia bifilosa</i> <i>Acartia longirem.</i> <i>Temora</i> <i>Eurytemora</i> <i>Pseudocalanus</i>
Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März
<i>Sagitta</i> <i>Anuraea</i>	<i>Rhizosolenia</i> <i>alle</i>	<i>Cothurnia</i>			<i>Rhizosolenia alle</i> <i>Anuraea</i>

Tabelle VI.

## Über die Anzahl der Organismen unter 1 qm Oberfläche bei dem Feuerschiffe

Die Zahlen für Januar, Februar und März

	3. I. 10	25. I.	14. II.	7. III.	28. III.	4. IV.	18. IV.	9. V.	30. V.	20. VI.	11. VII.	8. VIII.
<b>Schizophyceae.</b>												
Anabaena baltica . . . .	—	—	—	—	—	.	—	93 520	520 000	920 000	17 280	80
Nodularia spumigena . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	12 480	7 900 000
<b>Diatomeae.</b>												
Chaetoceras boreale . . . .	—	40 000	—	—	—	.	28 000 000	1 840 000	1 830 320	2 800 000	7 320 000	14 931 840
„ didymum var. anglica	490 000	288 000	208 000	780 000	100 000 000	.	332 800 000	13 960 000	1 336 000	—	307 280	457 280
„ decipiens . . . . .	92 000	84 000	110 000	308 000	—	.	20 804 160	6 960 000	1 148 960	960 000	868 400	—
„ didymum . . . . .	—	—	—	—	—	.	13 202 640	—	—	—	—	—
„ sociale . . . . .	—	—	—	—	64 000 000	.	—	—	—	—	—	—
Sonstige Chaetoceras . . .	1 126 000	356 000	912 000	2 170 000	472 000 000	.	49 921 600	1 200 000	77 4880	520 000	93 520	—
Alle Chaetoceras Sa. . . .	1 708 000	768 000	1 230 000	3 258 000	636 000 000	.	444 728 400	23 960 000	5 090 160	4 280 000	8 589 200	15 389 120
Rhizosolenia alata . . . .	—	160	—	—	—	.	—	—	—	—	173 680	—
„ hebetata . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
„ setigera . . . . .	160	480	26 000	—	232 000	.	171 360	—	19 920	—	6 720	—
Alle Rhizosolenien Sa. . . .	160	640	26 000	—	232 000	.	171 360	—	19 920	—	180 400	—
Coscinodiscus concinnus . .	—	26 000	3 600	56 000	32 000	.	—	240	560	3 360	880	4 800
„ centralis . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	3 040	8 640	8 640	16 640	3 200
„ radiatus . . . . .	—	—	—	—	—	.	80	10 560	4 480	10 080	23 040	1 600
„ oculus iridis	40 000	36 000	44 000	100 000	1 012 000	.	40 000	4 800	4 800	4 800	13 600	—
„ excentricus	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Alle Coscinodiscus Sa. . . .	40 000	62 000	47 600	156 000	1 044 000	.	40 080	18 640	18 480	26 880	54 160	9 600
Thalassiosira baltica . . . .	—	—	—	—	—	.	—	8 960	69 120	154 560	77 760	9 600
„ sp. sp. . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
„ Ketten. . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Hyalodiscus . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	240	—	2 240	400	—
Biddulphia aurita . . . . .	—	—	—	—	1 000 000	.	—	—	—	—	—	—
„ mobiliensis . . . . .	vorhanden	—	—	—	14 000 000	.	—	—	—	—	—	—
„ sinensis . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
„ granulata . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Cerataulina Bergoni . . . .	—	—	—	—	—	.	—	106 880	29 120	40 000	—	—
Guinardia flaccida . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	15 840	36 480	1 480 000	320 000

Fehmarnbelt [27 m Wassertiefe] in der Zeit von April 1910 bis März 1911.

Tabelle VI.

1910 sind nicht quantitativ zu verwerthen.

29. VIII.	19. IX.	26. IX.	11. X.	17. X.	31. X.	21. XI.	5. XII.	12. XII.	2. I. 11	30. I.	13. II.	6. III.	27. III.
3 650 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 229 120	1 440 000	173 680	—	400 000	48 000	—	200 000	—	—	—	—	—	—
331 000	2 400 000	1 280 000	120 000	800 000	6 760 000	—	8 640 000	14 320 000	1 240 000	975 280	2 640 000	25 525 120	12 800 000
240 480	—	6 680 000	11 120 000	—	4 600 000	17 280 000	—	2 760 000	1 640 000	1 683 360	1 560 000	34 940 320	34 000 000
—	—	1 440 000	—	960 000	400 800	4 520 000	—	1 240 000	—	172 480	—	20 404 080	24 400 000
—	—	1 200 000	10 600 000	400 000	680 000	7 480 000	—	840 000	2 480 000	1 780 000	1 440 000	14 136 160	70 400 000
—	—	356 400 000	512 720 000	23 080 000	—	—	—	—	—	—	—	—	128 800 000
1 308 320	100 000	26 960 000	111 760 000	2 520 000	18 400 000	20 415 200	—	632 000	11 480 000	133 600	480 000	68 664 560	148 800 000
1 882 800	2 500 000	393 960 000	646 320 000	27 760 000	30 840 800	49 695 200	8 640 000	19 792 000	16 840 000	4 744 720	6 120 000	163 670 240	419 200 000
40 080	654 640	3 640 000	18 720 000	640 000	277 760	21 440 000	—	26 720	6 360 000	53 440	40 000	4 667 600	1 420 000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120 000	53 200 000	1 500 000
—	—	—	—	—	—	22 720	—	—	20 880	4 800	40 000	4 400 880	58 000
40 080	654 640	3 640 000	18 720 000	640 000	277 760	21 476 000	—	26 720	6 380 880	58 240	200 000	62 268 480	2 978 000
20 160	—	400	720	160	23 920	1 760	—	4 000	6 560	13 440	11 760	118 800	1 760
1 600	—	—	11 360	—	188 160	126 000	26 880	5 200	24 000	17 680	8 640	46 800	16 000
—	—	40 080	130 640	80 000	139 200	115 920	62 640	3 120	39 360	4160	4 800	62 400	300 000
—	—	—	8 000	—	53 360	—	—	—	—	7 840	6 720	—	20 000
—	—	11 600	32 000	40 000	45 920	433 440	—	—	24 000	—	7 840	—	—
21 760	—	52 080	182 720	120 160	450 560	677 120	89 520	12 320	93 920	43 120	39 760	228 000	337 760
37 440	—	8 000	11 600	10 560	140 160	146 160	71 680	8 640	6 720	7 240	13 440	—	—
—	—	—	—	—	4 480	335 120	—	—	—	—	16 000	—	420 000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21 208 000	16 800 000
5 200	—	1 600	—	—	7 280	—	—	—	160	1 600	240	2 320	160
—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 000	—	—	1 896 000	160 000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 000	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 720
—	—	—	—	—	1 600	—	—	—	—	—	—	—	—
26 720	4 800	320 000	654 640	11 360	20 880	3 600 000	—	226 480	40 000	—	—	4 800 960	100 000
—	—	173 680	387 440	20 000	8 640	124 960	—	—	26 720	1 600	—	—	—

Tabelle VI (Fortsetzung).

	3. I. 10	25. I.	14. II.	7. III.	28. III.	4. IV.	18. IV.	9. V.	30. V.	20. VI.	11. VII.	8. VIII.
Melosira Borreri . . . . .	720	—	—	vorhanden	—	.	320	—	16 800	480	17 680	32000
Thalassiothrix nitzschioides	84 000	18 400	168 000	116 000	164 000 000	.	6 534 640	443 520	—	40000	13 440	—
„  longissima .	—	24 000	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Fragilaria sp. sp. . . . .	—	—	—	—	—	.	—	80 000	62 720	44 800	173 680	—
„  Ketten . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	4 800	—	—	—
Paralia sulcata . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	4 560	—	3 360	—
Leptocylindrus danicus . .	—	40000	44 400	168 000	13 200 000	.	—	7 440	414 160	5 280	72 960	—
Ditylium Brightwelli . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Pleurosigma sp. sp. . . . .	—	vorhanden	—	—	—	.	—	—	8 000	—	4 000	—
Skeletonema costatum . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Cerataulus turgidus . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Rhabdonema . . . . .	vorhanden	vorhanden	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Tabellaria . . . . .	—	vorhanden	vorhanden	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Unbestimmte Diatomee . . .	—	—	—	—	—	.	32 000	—	80	—	87 360	9 600
Die übrigen Diatomeen Sa.	84 720	82 400	212 400	284 000	192 200 000	.	6 566 960	638 080	556 080	169 280	1 852 880	361 600
<b>Peridineae.</b>												
Ceratium tripos balticum . .	25 080 000	16 060 000	4 320 000	2 250 000	2 620 000	.	1 030 080	766 080	2 404 800	5 800 000	2 320 000	19 731 360
„  longipes . . . . .	—	—	—	—	—	.	160 160	221 760	547 760	200 400	97 280	160 080
„  bucephalum . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	40000	—	8 000	—
„  macroceros . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	120 000	—	12 000	—
„  fusus . . . . .	8 680 000	5 300 000	1 120 000	780 000	1 820 000	.	742 400	176 400	681 360	494 320	467 600	970 000
„  furca . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Alle Ceratien Sa. . . . .	33 760 000	21 360 000	5 440 000	3 030 000	4 440 000	.	1 932 640	1 164 240	3 793 920	6 494 720	2 904 880	20 861 440
Peridinium pellucidum . . .	8 000	—	—	—	—	.	200 000	17 280	—	—	1 600	—
„  depressum . . . . .	—	—	—	—	600000	.	—	4 480	—	11 360	—	1 600
„  conicum . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
„  klein . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
Alle Peridiniumarten Sa. . .	8 000	—	—	—	600000	.	200 000	21 760	—	11 360	1 600	1 600
Dinophysis acuta . . . . .	—	—	—	—	vorhanden	.	80 000	19 200	9 280	—	40 000	1 600
„  acuminata . . . . .	vorhanden	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
„  rotundata . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	20 000	—
Prorocentrum micans . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	1 600	—	—	—
Die übrigen Peridineen Sa.	vorhanden	—	—	—	vorhanden	.	80 000	19 200	10 880	—	60 000	1 600

Tabelle VI (Fortsetzung).

29. VIII.	19. IX.	26. IX.	11. X.	17. X.	31. X.	21. XI.	5. XII.	12. XII.	2. I. 11	30. I.	13. II.	6. III.	27. III.
64 000	65 520	44800	41 720	—	11 140	418 320	2 240	1 680	32 000	—	—	—	—
—	25200	106 880	213 710	—	22 080	4 560 000	106 880	2 280 000	3 920 000	118 720	960 000	4 534 240	860 000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 800	5 280	480 000	87 920	—	66 240	151 200	—	7 200	—	2 720	—	800 000	220 000
—	—	80000	22 720	—	—	88 320	—	160	7 600	—	160	—	11 360
—	11 360	40 080	25 200	—	10 560	146 160	20 000	11 520	13 440	6 240	5 760	16 000	32 000
40 080	—	—	—	—	—	—	—	16 000	40 000	4 480	—	—	21 120
—	—	40 000	20 000	—	—	80 640	—	—	—	—	—	—	—
—	—	26 720	8 000	—	—	34 080	—	53 440	1 600	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	920 000	—	4 200 000 000
—	—	—	—	—	—	1 600	—	—	20 000	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	21 040	49200	—	—	—	—	—	—	—
140 800	112 160	1 313 760	1 461 350	31 360	169 760	9 254 480	129 120	2 596 480	4 162 960	135 360	1 886 160	12 057 520	4 201 407 360
21 360 000	2 720 000	127 760 000	50 880 000	43 000 000	7 600 000	20 240 000	3 880 000	855 040	8 160 000	2 057 440	2 040 000	250 800	102 080
80 160	—	160 000	168 320	160 000	2 240	11 360	—	—	187 040	9 360	25 200	42 240	3 360
—	—	—	320 000	—	—	—	—	—	440 000	—	—	36 960	—
66 800	—	20 000	40 080	—	—	—	—	—	—	—	—	55 440	—
1 576 480	2 760 000	10 880 000	15 920 000	2 600 000	33 600	5 560 000	100 800	1 562 320	2 000 000	292 320	206 640	36 960	20 880
—	—	40 000	840 000	—	—	24 000	—	—	—	—	—	—	—
23 083 440	5 480 000	138 860 000	68 168 400	45 760 000	7 635 840	25 835 360	3 980 800	2 417 360	10 787 040	2 359 120	2 271 840	422 400	126 320
—	—	293 920	640 000	347 360	24 960	40 000	—	4 000	36 480	—	80 000	10 560	—
—	—	280 560	1 080 000	200 000	10 080	48 960	—	8 000	27 040	4 480	—	—	—
8 000	—	—	—	—	—	—	—	—	7 520	—	—	—	—
—	—	93520	15 840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8 000	—	668 000	1 735 840	547 360	35 040	88 960	—	12 000	71 040	4 480	80 000	10 560	—
—	53 440	40 000	80 000	—	5 200	45 360	—	—	1 600	—	3 120	—	—
—	—	—	—	—	4 160	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	20 000	—	—	40 000	—	—	—	—	—	—	—
—	40 000	20 000	20 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	93 440	240 000	120 000	—	9 360	85 360	—	—	1 600	—	3 120	—	—

Tabelle VI (Fortsetzung).

	3. I. 10	25. I.	14. II.	7. III.	28. III.	4. IV.	18. IV.	9. V.	30. V.	20. VI.	11. VII.	8. VIII.	
<b>Silicoflagellatae.</b>													
<i>Distephanus speculum</i> . . .	—	—	—	—	560	.	—	—	—	—	—	—	
<b>Protozoa.</b>													
<i>Cyrtarocyliis belix</i> . . . .	—	—	—	—	—	.	—	2 240	—	—	4 160	25 600	
<i>denticulata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—	
<i>Tintinnopsis campanula</i> . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	8 000	—	—	3 200	
<i>ventricosa</i> . vorhanden	400	160 000	614 000	2 600 000	.	—	—	—	—	—	—	—	
<i>baltica</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	80 000	—	22 400	8 320	—	1 600	
<i>beroidea</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	16 400	—	8 000	—	—	1 600	
<i>sp. sp.</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	663 360	438 480	4 160	22 080	16 320	9 600	
<i>Tintinnus subulatus</i> . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	40 000	8 000	—	
<i>acuminatus</i> . . . . .	—	26 000	—	—	36 000	.	—	—	—	—	—	—	
<i>Cothurnia maritima</i> . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—	
Alle Tintinnodeen Sa. . .	vorhanden	26 400	160 000	614 000	2 636 000	.	759 760	440 720	42 560	70 400	28 480	41 600	
<b>Metazoa.</b>													
Wurmlarven . . . . .	—	360	880	3 360	2 880	.	400	160	—	—	—	—	
<i>Sagitta bipunctata</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	80	—	—	—	1 600	
<i>Synchaeta sp.</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	3 360	72 960	80	—	—	
<i>Anuraea</i> . . . . .	—	—	—	—	vorhanden	.	—	—	—	—	—	—	
Lovénsche Larve . . . . .	800	720	2 240	7 120	1 920	.	—	—	—	—	—	—	
<i>Cyphonautes</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—	
Echinodermenlarven . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—	
Ephyren . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—	
Muschellarven . . . . .	160	—	—	—	400	.	—	160	63 360	347 760	44 160	38 400	
Schneckenlarven . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	80	14 560	13 680	14 960	3 200	
<i>Bosmina maritima</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	3 200	
<i>Evadne</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	1 040	37 120	16 960	3 120	1 600	
Podon . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	640	5 120	720	1 600	—	
<i>Oithona similis</i> . . . . .	.	.	.	.	.	.	18 080	75 200	48 080	97 040	104 080	173 040	32 000
<i>Paracalanus parvus</i> . . . .	.	.	.	.	.	.	27 040	28 800	101 040	68 480	95 040	39 040	9 600
<i>Pseudocalanus elongatus</i> . .	.	.	.	.	.	.	37 040	65 600	104 080	81 040	167 040	87 040	9 600
<i>Acartia bifilosa</i> . . . . .	.	.	.	.	.	.	31 040	25 600	39 040	92 000	61 040	32 000	41 600

Tabelle VI (Fortsetzung).

29. VIII.	19. IX.	26. IX.	11. X.	17. X.	31. X.	21. XI.	5. XII.	12. XII.	2. I. 11	30. I.	13. II.	6. III.	27. III.
—	—	—	80 160	40 000	7 200	4 800	—	—	—	—	—	—	—
423 360	2 720	80 160	25 200	4 000	80	1 600	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	5 200	—	—	27 840	—	—	8 000	—
544 320	—	93 520	134 400	35 840	8 640	45 360	—	—	—	—	8 000	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8 000	—	40 000	4 000	—	19 200	34 080	—	—	6 240	—	4 800	16 000	11 360
3 360	—	—	—	—	37 600	—	53 440	—	—	—	—	—	—
—	—	26 720	30 160	—	33 600	252 000	26 720	5 600	16 320	—	22 080	—	—
—	22 720	187 040	681 360	107 520	284 480	705 60	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	34 080	—	—	2 720	—	11 360	—	—
40 000	216 720	—	—	—	16 000	—	253 840	110 880	—	—	20 000	—	—
1 019 040	242 160	427 440	875 120	147 360	399 600	442 880	334 000	116 480	53 120	—	66 240	24 000	11 360
—	—	240	880	—	80	3 200	400	320	30 720	26 000	7 520	2 480	1 120
240	5 360	5 680	22 640	11 200	4 400	19 840	80	800	1 280	4 480	160	5 200	—
48 320	—	10 560	7 280	123 200	—	—	12 480	—	—	—	800	—	5 600
—	—	—	—	—	1 600	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	21 120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1 280	17 600	9 920	1 760	—	4 240	—	2 880	2 080	—	320	640	—
—	160	—	640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	560	4 400	80	—	80	—	—	—	—	—	160	—
8 400	4 480	37 440	90 480	4 400	800	25 920	640	—	—	—	—	—	—
6 640	3 840	4 400	8 800	2 400	—	1 200	160	—	—	1 600	—	—	—
17 280	26 880	—	—	320	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32 080	66 240	6 240	1 120	3 600	—	—	—	—	80	—	80	—	—
880	11 440	320	1 040	1 760	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49 040	23 040	147 040	182 000	.	216 000	200 080	—	42 000	116 000	139 040	36 000	30 000	—
72 000	41 040	46 080	46 000	.	20 080	62 000	22 080	14 000	25 040	42 000	8 080	17 040	3 040
63 040	74 080	144 080	95 040	.	35 040	27 040	27 040	18 000	34 080	25 040	5 040	29 040	17 040
42 080	161 040	45 040	9 040	.	68 160	3 040	35 040	126 000	12 000	36 000	3 040	6 000	34 000

Sarsiatub. 320

Tabelle VI (Fortsetzung).

	3. I. 10	25. I.	14. II.	7. III.	28. III.	4. IV.	18. IV.	9. V.	30. V.	20. VI.	11. VII.	8. VIII.
<i>Acartia longiremis</i> . . . . .	.	.	.	.	.	16 000	45 400	13 040	31 040	33 040	—	4 800
<i>Temora longicornis</i> . . . . .	.	.	.	.	.	12 080	6 400	21 040	44 080	68 080	26 000	32 000
<i>Centropages hamatus</i> . . . . .	.	.	.	.	.	9 040	—	6 000	23 040	51 040	22 080	22 400
<i>Eurytemora hirundo</i> . . . . .	.	.	.	.	.	—	—	—	—	2 080	—	1 600
Copepoden alle . . . . .	.	.	.	.	.	182 320	256 000	332 320	436 720	581 440	379 200	153 600
Nauplien . . . . .	.	.	.	.	.	713 600	950 000	666 720	1 200 320	807 680	326 720	156 000
Copepoditstadien . . . . .	.	.	.	.	.	171 360	90 000	173 520	294 800	336 800	80 320	28 800
Copepodeneier . . . . .	.	.	.	.	.	623 040	192 000	233 680	207 040	213 040	163 040	73 600
<i>Ova hispida</i> hystr. . . . .	.	.	.	.	.	129 040	19 200	1 040	—	2 000	5 040	—
Oithonaeier . . . . .	.	.	.	.	.	444 960	172 800	199 600	201 040	194 000	158 000	73 600
Decapodenlarven . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
<i>Oikopleura dioika</i> . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	4 000	—	—	—	3 200
Fischlarven . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	80	80	—	—
Fischeier . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	160	—	320	—	—
Unbest. Larve . . . . .	—	—	—	—	—	.	—	—	—	—	—	—
<b>Incertae sedis.</b>												
Unbest. Cysten. . . . .	—	—	—	—	—	.	1 680	80	2 240	—	7 280	3 200
<i>Ova hispida</i> . . . . .	240	320	—	1 440	64 000	.	121 760	34 720	10 800	20 000	1 600	3 200
Eier . . . . .	vorhanden	76 000	4 000	141 760	620 000	.	441 600	438 480	228 480	113 040	172 480	89 600

Tabelle VI (Fortsetzung).

29. VIII.	19. IX.	26. IX.	11. X.	17. X.	31. X.	21. XI.	5. XII.	12. XII.	2. I. 11	30. I.	13. II.	6. III.	27. III.
9 040	35 040	3 040	—	.	4 000	—	19 040	52 240	2 000	8 000	5 040	5 040	3 040
16 080	104 080	2 000	3 040	.	31 040	11 040	28 080	112 080	18 080	39 040	4 000	4 000	5 040
7 040	40 080	3 040	7 040	.	1 040	6 080	7 040	120 80	4 000	19 040	2 000	—	9 040
1 040	1 040	—	—	.	—	—	—	1 040	2 080	2 000	—	—	—
259 360	479 440	390 320	342 160	.	375 360	309 280	138 320	377 440	213 280	310 160	63 200	91 120	71 200
260 640	10 240	741 520	583 360	.	372 800	405 600	256 400	7 200	257 680	266 640	279 120	215 600	333 520
107 680	18 160	307 280	237 600	.	159 520	104 320	82 400	11 120	104 640	41 200	57 520	46 480	16 240
71 040	22 000	312 000	723 040	.	121 040	194 000	—	6 000	122 080	190 000	158 000	128 000	49 040
13 040	—	22 000	25 040	.	16 000	4 000	—	—	1 040	2 000	4 000	17 040	49 040
44 960	20 960	286 000	698 000	.	94 000	184 960	—	6 000	118 800	188 000	142 960	106 160	—
—	—	—	80	80	—	—	—	—	—	—	—	320	—
7 200	108 480	87 360	17 680	63 360	3 680	7 120	—	240	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3 200	—	—	320	—	—	—	—
112 240	—	72 480	—	7 920	62 640	—	—	—	—	—	—	—	—
20 880	—	73 440	22 400	20 160	7 680	40 320	—	—	—	—	9 360	8 000	103 680
217 280	39 360	293 920	920 000	1 120 000	212 800	600 000	46 400	23 040	170 240	687 360	129 920	153 120	45 440

Tabelle VII.

## Monatsmittel der Organismen bei dem Feuerschiff

	Januar 1910	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli
Chaetoceras . . . . .	1 238 000	1 230 000	319 629 000	444 728 400	14 525 080	4 280 000	8 589 200
Rhizosolenien . . . . .	400	13 000	116 000	171 360	9 910	—	180 400
Coscinodiscen . . . . .	51 000	47 600	600 000	40 080	18 560	26 880	54 240
Thalassiosiren . . . . .	—	—	—	—	39 040	154 560	77 760
Die übrigen Diatomeen . . . . .	83 560	212 400	96 242 000	6 566 960	597 080	169 280	1 872 880
Alle Diatomeen . . . . .	1 372 960	1 503 000	416 587 000	451 506 800	15 189 670	4 630 720	10 774 480
Ceratiem . . . . .	27 560 000	5 440 000	3 735 000	1 932 640	2 479 080	6 494 720	2 904 880
Peridiniem . . . . .	4 000	—	300 000	200 000	10 880	11 360	1 600
Die übrigen Peridineem . . . . .	—	—	—	80 000	15 040	—	60 000
Alle Peridineem . . . . .	27 564 000	5 440 000	4 035 000	2 212 640	2 505 000	6 506 080	2 966 480
Die übrigen Pflanzen . . . . .	—	—	280	—	306 760	920 000	29 760
Alle Pflanzen . . . . .	28 936 960	6 943 000	420 622 280	453 719 440	18 001 430	12 056 800	13 770 720
Tintinnodeem . . . . .	13 200	80 000	1 625 000	759 760	241 640	70 400	28 480
Wurmlarven . . . . .	180	880	3 120	400	80	—	—
Sagitta . . . . .	—	—	—	—	40	—	—
Synchaeta . . . . .	—	—	—	—	38 160	80	—
Cyphonautes . . . . .	—	—	—	—	—	—	—
Muschellarven . . . . .	80	—	200	—	31 760	347 760	44 160
Schneckenlarven . . . . .	—	—	—	—	7 320	13 680	14 960
Cladoceren . . . . .	—	—	—	—	21 960	17 680	4 720
Copepoden . . . . .	—	—	—	219 160	384 520	581 440	379 200
Copep. Entwicklungsstadien . . . . .	—	—	—	962 480	1 167 680	1 144 480	407 040
Oikopleura . . . . .	—	—	—	—	2 000	—	—
Die übrigen Tiere . . . . .	800	2 220	4 520	—	40	80	—
Alle Tiere . . . . .	14 260	83 100	1 632 840	1 941 800	1 915 200	2 175 600	878 560

## Fehmarnbelt pro qm Oberfläche berechnet aus Tabelle VI.

Tabelle VII.

August	September	Oktober	November	Dezember	Januar 1911	Februar	März	Jahresmittel*)
8 635 960	198 230 000	234 959 600	49 695 200	14 216 000	10 792 360	6 120 000	291 435 120	107 186 410
20 040	2 147 320	6 545 920	21 476 000	13 360	3 219 560	200 000	32 623 240	6 055 192
15 680	26 040	251 147	677 120	50 920	68 520	39 760	282 880	129 319
23 520	4 000	55 600	481 280	40 160	6 980	29 440	210 000	102 031
251 200	712 960	554 157	9 375 440	1 362 800	2 149 160	1 886 160	19 004 000 kleine Thal. Ketten 2 106 735 200	177 685 273
8 946 400	201 120 320	242 396 424	81 705 040	15 683 240	16 236 580	8 275 360	2 431 286 440	291 158 225
21 972 440	72 170 000	405 214 413	25 835 360	3 199 080	6 573 080	2 271 840	274 360	15 552 708
4 800	334 000	772 747	88 960	6 000	37 760	40 000	5 280	126 116
800	166 720	43 120	85 360	—	800	3 120	—	50 551
21 978 040	72 670 720	41 337 280	26 009 680	3 205 080	6 611 640	2 314 960	279 640	15 729 375
6 404 600	806 840	191 786	4 800	100 000	—	—	—	1 095 568
37 329 040	274 597 880	283 925 490	107 719 520	18 988 320	22 848 220	10 590 320	2 431 566 080	307 983 168
530 320	334 800	454 027	442 880	225 240	26 560	66 240	17 680	266 502
—	120	320	3 200	360	28 360	7 520	1 800	4 684
920	5 520	12 747	19 840	440	2 880	160	2 600	5 016
24 160	5 280	43 493	—	6 240	—	800	2 800	15 127
—	9 440	3 893	4 240	1 440	1 040	320	320	2 956
23 400	20 960	31 893	25 920	320	—	—	—	65 772
4 920	4 120	3 733	1 200	80	800	—	—	5 646
27 520	55 560	2 507	—	—	—	—	—	21 640
206 480	434 880	358 760	309 280	257 880	261 720	63 200	81 160	294 807
276 560	538 600	676 640	509 920	178 510	335 080	336 640	305 920	569 963
5 200	97 920	28 240	7 120	120	—	—	—	23 430
—	360	2 499	3 280	—	160	—	200	945
1 099 480	1 507 560	1 618 752	1 326 880	670 630	656 600	474 880	412 480	1 276 488

\*) Die Jahresmittel wurden gewonnen durch Addition der Monatsmittel April 1910 bis März 1911 und Division der erhaltenen Summe durch die Anzahl der Monate, in denen die Form vorkam.

## Lebenslauf.

---

Ich, Theodor, Ignatz Büse, katholischer Konfession, preußischer Staatsangehörigkeit, bin geboren als Sohn des Rentanten Büse zu Paderborn am 12. April 1888. Ich besuchte zunächst die Volksschule meiner Heimatsstadt und dann das Gymnasium daselbst, das ich Ostern 1909 mit dem Reifezeugnis verließ. Hierauf studierte ich zuerst an der Universität Münster zwei Semester klassische Philologie und widmete mich dann dem Studium der Naturwissenschaften und der Mathematik an der Universität Kiel. Seit dem 1. Oktober 1913 bin ich als Assistent an dem Kieler Laboratorium für internationale Meeresforschung angestellt.

Meine wissenschaftlichen Lehrer an den Universitäten Münster und Kiel waren:

Geyser, Hoffmann, Mansbach, Münscher, Schwering, Sonnenburg, Spicker †, Brandt, Deussen, Dieterici, Heffter, Kautzsch †, Küster, Landsberg †, Martius, Meyer-Reinach, Pochhammer, Reibisch, Reinke, Weber.

---