

Hamburgische Elb-Untersuchung.

VIII.

Studien über die Einwirkung der Trockenperiode im Sommer 1904

auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg.

Mit einem Nachtrag über chemische und planktologische Methoden.

Von *Richard Volk*.

Mit 2 Tafeln und 1 Karte.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	5—11
I. Zur chemischen Beschaffenheit des Elbwassers	12—17
1. Die Oxydierbarkeit.	
2. Der Sauerstoff. Relativ günstiger Gehalt im Trockenjahr. — Ursachen des verschiedenen Gehaltes.	
3. Das Chlor. Abnormer Chlorgehalt der Elbe. — Brackwasser. — Chlor aus den Sielwässern. — Ältere und neuere Chlorbestimmungen.	
II. Die qualitative Untersuchung des Planktons	17—33
Echtes Plankton. — Zufällige Planktongenossen. — Buchten, Altwässer etc. — Planktongäste. — Pseudoplankton. — Qualitative Planktonfänge. — Zu Tabelle I. — Qualitative Verteilung. — im ganzen Gebiet beobachtete Organismen. — Nur in der Oberelbe beobachtet. — Nur in der Unterelbe beobachtet. — Untere Grenze des Oberelb-Planktons wenig ausgeprägt. — Tidenwirkung. — Obere Grenze des Unterelb-Planktons schärfer ausgeprägt. — Beschränkte Anpassung. — Verschleppung. — Vordringen von Brackwasserformen 1904. — Dauernde Anpassung. — Vergesellschaftung von Salz- und Süßwasseralgcn. — Wasserblüte. — Saprobien. — Katharobien.	
Zusammenfassung.	
III. Die quantitative Untersuchung des Planktons	33—43
Umfang der Bestimmungen. — Mengenverhältnisse.	
1. Die Rotatorien.	
2. Die Kruster. Schwarmbildung bei Eurytemora. — Spülung der Hafenecken durch die Tiden. — Gleichmäßige Verteilung der Bosminen. — Stufenfänge.	
3. Verteilung des Planktons im Stromquerschnitt.	
4. Zusammenfassung. Überblick der quantitativen Resultate.	
IV. Wert der Planktonkrebse als Fischnahrung	43—46
Chemische Wertbestimmung. — Gewichtsschätzung der Bosminmenge im Indiahafen. — Gewichtsschätzung der Eurytemorenmassen in der Unterelbe. — Armut an Krustern in der Oberelbe, Reichtum in Hafen und Unterelbe.	

	Seite
V. Verhalten der Fische in der Trockenperiode	46—48
Wanderungen des Butts. — Auffallend große Buttfänge. — Absterben von Fischfängen.	
VI. Rückblicke	48—50
VII. Schlußfolgerungen	51

Nachtrag: Zur Methodik.

I. Hydrochemisches	52—55
1. Bestimmung der Oxydierbarkeit. — Beurteilung der Methode. — Filtration.	
2. Bestimmung des Sauerstoffs. — Methoden.	
3. Sauerstoffzehrung. Beurteilung. — Verschiedene Herkunft; Produzenten. — Verbrauch; Konsumenten. — Wechsel im Mengenverhältnis von Produzenten und Konsumenten. — Wirkung des Lichtes. — Schlußfolgerung.	
II. Planktologisches	55—61
1. Qualitative Streckenfänge.	
2. Quantitative Fänge. Vereinfachung der Pumpenfänge.	
3. Vorbereitung der Fänge zur Zählanalyse. Einengen der Fänge. — Färben des Planktons.	
4. Die Herstellung der Zählpräparate. — Krebszählpräparate.	
5. Zusammenfassung der Abänderungen und Neuerungen.	
6. Kritik der quantitativen Methoden.	
III. Ausführung der Wertbestimmung der Planktonkruster	61—63
Vorbereitung des Materials. — Lebendgewicht. — Trockensubstanz. — Salze. — Fett. — Muskelsubstanz und Chitin.	
Tabelle Ia	64—78
„ Ib	79—85
„ II	103
„ III	86
„ IV	88
„ V	89
„ VIa, VIb	90
Literaturverzeichnis	92—100
Erklärung der Tafeln	101

Einleitung.

Die ganz außerordentliche Armut an atmosphärischen Niederschlägen während des Sommers 1904, die in einem großen Teil Mitteleuropas wirtschaftlich mehr oder weniger schädigend zur Geltung gekommen ist und unter anderem in ihrer Einwirkung auf den Wasserstand der Elbe eine monatelange Unterbrechung der Flußschiffahrt oberhalb Hamburgs veranlaßt, ja auf manchen Strecken des oberen Elblaufs bis zur Trockenlegung des Strombettes geführt hat, ließ von vornherein eine gewisse Einwirkung auf das Tier- und Pflanzenleben im Strome erwarten.

Die Frage, ob und bis zu welchem Grade diese abnormen Zustände das biologische Gleichgewicht im Gebiet der Untereibe gestört haben, mußte um so mehr zu eingehenden Studien anregen, als auch Klagen von Elbfischern darüber vorlagen, daß sie durch schlechte Beschaffenheit des Elbwassers in ihrem Erwerb geschädigt würden. Nach ihrer ausgesprochenen Ansicht sollte die Einwirkung der Sielwässer der Städte Hamburg, Altona und Wandsbek in den heißen Sommertagen das Erkranken und Absterben ihrer Fänge im „Bünn“ der Fahrzunge veranlaßt haben, wenn sie, von den weiter unterhalb gelegenen Fangplätzen ankommend, die Gegend von Schulau passierten.

Klagen
der Fischer.

Aus diesem wirtschaftlich wichtigen Grunde lag es nahe, gerade hier das Verhalten der Wasserbewohner unter gebührender Berücksichtigung gewisser chemischer Eigenschaften des Wassers zu studieren. Da aber die Elbe an dieser Örtlichkeit, die oberhalb von Schulau und querab vom untersten der drei Leuchttürme als Fangstation gewählt wurde, schon in der stattlichen Breite von ungefähr zwei Kilometern bei sehr wechselnder Tiefe dahinfließt, so schien es angemessen, die zu untersuchenden Organismen und Wasserproben an mindestens drei Stellen des Stromquerschnitts, nämlich innerhalb der beiden flachen Uferzonen und in der Mitte des tiefen Fahrwassers, zu entnehmen.

Unter-
suchungsplan.

Im Hinblick auf die eigenartige Beschaffenheit der Ufer und des Grundes in diesem Stromabschnitt, die ich schon früher beschrieben habe (198, p. 76), konnte das Studium der hier seßhaften Organismen für die zu lösende Frage kaum förderlich sein und keinesfalls zu bindenden Schlüssen führen. Darum mußte auch diesmal der Schwerpunkt der Untersuchungen in dem gründlichen qualitativen und quantitativen Studium des Planktons erblickt werden.

Beim Entwerfen des Arbeitsplanes zu diesen Studien war weiter zu berücksichtigen, daß, trotz der weitgehenden Selbstreinigungsprozesse im Strom bei der nur 17 Kilometer betragenden Entfernung von der Hauptmündung der Siele von Hamburg und Altona, wenigstens bei tiefem Ebbestand immer noch Restwirkungen von Abwasserbestandteilen anzunehmen sind, denen sich überdies die vielen kleinen Abwasserergüsse aus den Ortschaften längs der beiden Ufer in ihrer Gesamtwirkung zugesellen. Aus diesem Grunde konnten die gewählten Fangstellen als noch innerhalb der Einwirkung von Abwässern gelegen angesehen und ihnen demnach oberhalb Hamburgs eine Stelle, bis zu welcher ein Vordringen von Abwässern aus dem Hamburg-Altonaer Sietnetz selbst bei höchstem Hochwasser angeschlossen war, als Vergleichs-Fangstation gegenübergestellt werden. Bei unseren Arbeiten 1899 bis 1902 hatte ich zu diesem Zweck die Gegend von Spadenland gewählt; aus faunistischen und floristischen Gründen erschien es mir wünschenswert, diesmal noch drei Kilometer über den genannten Punkt hinanzugehen und die Vergleichsfänge bei Gauert, oberhalb der Trennung von Norder- und Süderelbe, vorzunehmen.

Zum besseren Verständnis einer Reihe von Erscheinungen, die bei der qualitativen und quantitativen Erforschung des Elbplanktons zur Beobachtung kommen, ist die etwas eingehendere Beschreibung der beiden Fangstationen sowie die Betrachtung der recht verschiedenartigen Einflüsse, unter welchen Flora und Fauna dieser Örtlichkeiten stehen, unerläßlich.

Obere
Fangstation.

Wie bereits bemerkt, befindet sich die obere Station bei der Ortschaft Gauert¹⁾, direkt oberhalb der Trennung von Norder- und Süderelbe und annähernd 15 Kilometer oberhalb der Hauptsietmündungen von Hamburg-Altona, demnach 32 Kilometer von der Fangstation bei Schulau entfernt. Die Elbe ist bei Gauert ungefähr 500 Meter breit und von verschiedener Tiefe. Während das Lot in dem mehr nach dem rechten Ufer zu befindlichen Fahrwasser im Mittel drei Meter anzeigt, wird das durchweg sandige Strombett nach dem linken Ufer zu allmählich flacher. Der Pflanzenwuchs im Strome selbst, wo nur

¹⁾ Siehe Karte am Schluß der Abhandlung.

lie und da ein Exemplar von *Potamogeton perfoliatus* oder *P. lucens* zu erkennen, ist — wie auch der in beiden Uferzonen — nur spärlich und für uns ganz belanglos.

Die Tiden machen sich an dieser Stelle, neben dem charakteristischen Steigen und Fallen des Wasserstandes, hauptsächlich durch rascheres oder langsames Dahinströmen des Wassers und ein nur kurze Zeit dauerndes Zurückfluten desselben bei vorgeschrittener Flut bemerklich.

Wichtiger noch als die Beschaffenheit der Fangstelle selbst ist für die Beurteilung unserer Untersuchungsergebnisse der Gesamtcharakter des Strombettes bis tief in das Binnenland hinein. Auf beiden Seiten des Stromes münden Priele, kleine Altwässer und eine Reihe meistens langsam fließender Bäche und Nebenflüsse, welche der Elbe viele und zum Teil für die betreffenden Wasserläufe charakteristische Planktonorganismen zuführen.¹⁾ Von größerer Bedeutung aber, besonders für eine gewisse Gleichmäßigkeit in der Zusammensetzung des Planktons an unserer oberen Station, sind die unzähligen stillen Wasserwinkel, die sich zwischen den tausenden von Buhnen befinden, welche zur Regulierung des Elbbettes im ganzen Stromlauf bis über Torgau hinaus, also auf einer Strecke von 480 Kilometern, angelegt sind. Hier haben wir die hauptsächlichsten und wichtigsten Brutstätten des Süßwasserplanktons der Elbe zu suchen. Diese vielen kleinen Brutplätze, die zugleich auch als Reservoir anzu sehen sind, geben für gewöhnlich nach und nach Teile ihrer Produktion pflanzlicher und tierischer Organismen in großer Gleichmäßigkeit an das fließende Wasser ab, wobei die Kielwellen der regelmäßig verkehrenden Flußdampfer nicht ohne Wirkung sind.

Ans der Stetigkeit in der Ergänzung des Stromplanktons aus so vielen gleichgearteten Bezugsquellen, erklären sich auch ohne Zwang die in der Oberelbe sehr regelmäßig verlaufenden periodischen Bewegungen in der Gesamtproduktion der Planktonten, das mit der Zunahme der Wasserwärme im Frühling ununterbrochene Ansteigen, wie der gleichfalls ohne Unterbrechung fortschreitende Niedergang der Produktionsziffern im Herbst bei allmählich sinkender Temperatur des Wassers. Dieses Phänomen verläuft in der oberen Elbe fast mit der Regelmäßigkeit, die wir aus Binnenseen (3) und großen Teichen kennen.

Ganz anders verhält es sich dagegen in der Elbe unterhalb der Städte Hamburg und Altona und somit auch an unserer unteren Fangstelle bei Schulau, weil hier Faktoren zur Geltung kommen,

Untere
Fangstation

¹⁾ So bezieht die Elbe ihren Reichtum an Clathrocysten, nach mündlicher Mitteilung des Herrn Prof. Dr. KOLKWITZ, aus der Havel. In großen Mengen beobachtet er die Alge in diesem Fluß wie auch unterhalb seiner Mündung, während er sie oberhalb desselben nicht mehr in der Elbe fand.

die in dem oberen Stromabschnitt gänzlich fehlen. Die Wasserfläche erweitert sich immer mehr und erreicht schon bei unserer Station unweit Schulan die ansehnliche Breite von zwei Kilometern, das Vierfache der Strombettbreite bei Gauert. Mehr als dort machen sich hier Tiefenunterschiede geltend, denn während in der Fahrrinne bei Hochwasser acht bis zehn Meter gelotet werden, wird das Wasser nach den Ufern zu seicht und hat, besonders nach dem Südufer hin, angedehnte Untiefen, sogenannte Sande, die bei tiefem Ebbestand zum Teil als Inseln über der Wasserfläche erscheinen.

Ebbe und Flut.

Das ganze Strombett, vom Hafengebiet bis zur Nordsee, steht in erster Linie unter der Herrschaft der gewaltigen Naturerscheinung der Gezeiten oder Tiden. Hier findet täglich ein viermal wechselndes Hin- und Zurückfluten der Wassermassen statt, die bei jedem stärkeren Einsetzen des Flutstroms von Grund aus aufgewühlt und durchgearbeitet werden, wobei auch der Grund selbst mehr oder weniger in Mitleidenschaft gerät. Die mechanische Wirkung dieses oft mit plötzlicher Gewalt hereinbrechenden Phänomens kann so stark werden, daß — wie ich mehrfach beobachten konnte — an der Nordseite des Fahrwassers selbst eine Dampfbarkasse mit starker Maschine Not hatte, ihren Kurs zu halten, während zu gleicher Zeit in der Mitte und an der Südseite des Stroms noch Ebbe herrschte.

Die
Hafenbecken.

Ebenso wie der freie Strom stehen natürlich auch die umfangreichen Hafenanlagen unter dem tiefeingreifenden Einfluß der Tiden. Die einzelnen Hafenbecken, die biologisch eine gewisse Ähnlichkeit mit tieferen Teichen oder mit Binnenseen haben, bilden mächtige Brutanstalten und Rekrutierungsbezirke für einen großen Teil des tierischen Süßwasserplanktons der unteren Elbe. Jede Ebbetide nimmt etwas von dem Planktonbestand dieser Depots mit sich fort in den freien Strom zur Ergänzung der Abgänge, die sein Planktonheer auf dem weiten Weg von der oberen Elbe bis hierher erlitten hat. Zuweilen ergibt sich sogar hieraus, besonders wenn eine außergewöhnlich starke Flut vorangegangen war, ein Überschuß in der Verstärkung der vorüberziehenden Planktonkolonnen, dessen Herkunft aus den Hafenbecken sich selbst noch bei Schulan direkt nachweisen läßt, falls es sich um größere Mengen solcher Organismen handelt, die oberhalb des Hafengebietes nur in geringer Anzahl angetroffen werden.

Wie bereits aus meinen früheren Untersuchungen hervorgeht, pflegt zur Zeit des allgemeinen herbstlichen Niederganges im Planktonbestand der Oberelbe in einem Teil der Hafenbecken immer noch ein größerer Reichtum an Planktontieren vorhanden zu sein. Aus diesem Grunde kann durch die Tidenspülungen — auch in schon vorgerückter Jahreszeit — noch einmal ein nicht unwesentlicher vorübergehender

Anstieg die Regelmäßigkeit im jahreszeitlichen Rückgang des Unterelbplanktons unterbrechen. Außerdem ist aber in manchen Jahren noch das wirtschaftlich wichtigste Planktontier der Unterelbe, *Eurytemora affinis*, dessen Entwicklungsplätze hauptsächlich in den Untiefen der Uferzone des Stromes liegen, durch ein verspätetes massenhaftes Auftreten sehr stark an derartigen Unregelmäßigkeiten beteiligt.

Aus der im vorstehenden erörterten komplizierten Beschaffenheit unseres Arbeitsgebietes mit einer Reihe lokaler Faktoren von tiefeingreifender Wirkung auf seine biologischen Verhältnisse, Faktoren, die man nur selten in ähnlicher Weise wie hier vereinigt findet, dürfte zur Genüge hervorgehen, daß bei unseren Studien erheblich mehr Gesichtspunkte zu berücksichtigen und größere Schwierigkeiten zu bewältigen waren, als dies bei den meisten ähnlichen Untersuchungen von Gewässern der Fall sein wird.

Unerläßlich war es, die Untersuchungsergebnisse aus den abnormen Zuständen des Trockenjahres 1904 mit den Resultaten eines „Normaljahres“ vergleichen zu können. Zwar stand hier wertvolles Material von 1899—1902 zur Verfügung, weil aber die Planktonfänge, soweit sie aus dem Bereich der Sielwasserwirkungen stammten, damals in nächster Nähe von Hamburg und Altona gemacht waren, konnten die aus ihnen gewonnenen Resultate doch nur sehr bedingungsweise bei den jetzigen Studien zum Vergleich herangezogen werden. Glücklicherweise zeigte sich schon das Jahr 1905 für die Elbe in hydrobiologischer Beziehung wieder „normal“ und darnach geeignet, in ihm während desselben Zeitabschnittes wie im Vorjahr die erwünschten Paralleluntersuchungen anzustellen und deren Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit zu verwerten.

Im Jahre 1904 konnten noch zur Zeit des tiefsten Wasserstandes (vergl. Tab. 6) während des Monats September fünf und dann bei langsam ansteigendem Wasserreichtum noch eine Fangfahrt am 11. Oktober unternommen werden. Die Kontrollfahrten im darauffolgenden Jahr waren derart verteilt, daß vier vom 5. bis 26. September und dann noch zwei am 3. und 10. Oktober stattfanden.

Zu diesen Expeditionen, bei welchen in Hin- und Rückfahrt, einschließlich der Querschnittsfahrten oberhalb von Schulau, jedesmal rund 68 Kilometer zu durchfahren waren, hatte die Direktion für Strom- und Hafenaufbau in zuvorkommendster Weise zwei Fahrzeuge zur Verfügung gestellt, den Dampfer „Norderelbe“ (Taf. I, Fig. 1), welchen ich auch bei den biologischen Untersuchungen in der Elbmündung bis zum 3. Feuerschiff benutzte, und für die flachen Uferzonen die leichte Motorbarkasse „Strom- und Hafenaufbau XI“ (Taf. I, Fig. 2), ohne welche im Trockenjahr 1904 die Fahrten bis zur Fangstation in der oberen Elbe nicht möglich gewesen wären.

Verschiedene
Jahrgänge.

Fahrzeuge.

Fänge. Auf die Ausführung der Fänge werde ich weiter unten näher eingehen. Hier sei nur kurz bemerkt, daß die quantitativen Planktonfänge an Ort und Stelle mit Formalin konserviert, das zur qualitativen Untersuchung bestimmte Plankton dagegen in weithalsigen konischen Flaschen auf Eis gesetzt und sobald wie möglich im lebenden Zustand bearbeitet wurde.

Hydro-
chemische
Untersuchung.

Zur chemischen Untersuchung habe ich an den Fangstellen des flachen Wassers die nötigen Wassermengen einfach geschöpft, im tiefen Fahrwasser der unterelbischen Fangstation aber jedesmal Proben vom Grund, aus der Mitte und von der Oberfläche des Wasserstandes entnommen. Diejenigen Wasserproben, welche zur Sauerstoffmessung mittels des Müllerschen Tenaxapparates (120) sowie zur Ermittlung der Oxydierbarkeit dienen sollten, wanderten in die Eiskiste, dagegen wurden die Proben zur Titrierung des Sauerstoffs nach der Winklerschen Methode (189, p. 308) gleich an Bord mit Jodkalium in Natronlauge und mit Manganchlorür versetzt. Die Bestimmungen mit der Tenaxbürette sowie die der Oxydierbarkeit konnten in den meisten Fällen noch am Nachmittag und Abend des betreffenden Fangtages ausgeführt werden, wogegen die titrimetrischen Bestimmungen des Sauerstoffs und des Chlors erst anderen Tags erledigt wurden, was ohne Bedenken geschehen konnte, da ja der Sauerstoffgehalt durch die Vorbehandlung der Wasserproben an Bord schon festgelegt war.

Physikalische
und meteorolo-
gische
Verhältnisse.

Zur richtigen Beurteilung sowohl von biologischen wie auch von chemischen Befunden war es nicht unwesentlich, gewisse physikalische und meteorologische Momente zu beachten und nicht nur die in Betracht kommenden Verhältnisse an den einzelnen Fangtagen oder den beiden Fangperioden, sondern zurückgreifend auch aus den voraufgegangenen Monaten Juli und August der Jahre 1904 und 1905 (vergleichsweise auch noch anderer Jahrgänge) zu Rate zu ziehen.

Förderung der
Arbeit durch
Behörden und
Mitarbeiter.

Dies wurde mir nur durch das Entgegenkommen der Herren Professoren Dr. HERRMANN und Dr. GRASSMANN von der Kaiserlichen Seewarte ermöglicht, indem sie mir Einblick und Benutzung der täglichen Aufzeichnungen dieses Instituts gestatteten. Beiden Herren sowie Herrn Bauinspektor BENSBERG von der Direktion für Strom- und Hafenbau, der mich durch Besorgung einer genauen Tabelle über die Elbwasserstände und durch andere sachliche Mitteilungen, die in der vorliegenden Arbeit verwertet sind, wesentlich unterstützt hat, sage ich für dies Entgegenkommen verbindlichsten Dank. Aber auch den altbewährten Mitarbeitern seien hier Worte der Anerkennung für ihre Tätigkeit gewidmet. Herr H. SELK hat sich wieder unter Beihilfe des Herrn Majors a. D. TH. REINBOLD der mühevollen Arbeit der Be-

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 11

stimmung der Planktonalgen (vgl. Tabelle 1) unterzogen, und Herr Prof. Dr. R. TIMM hat die Kruster der Planktons der beiden Fangperioden festgestellt.

Wenig erfreulich ist es für mich, hier eines Mannes erwähnen zu müssen, der durch ununterbrochene Agitation in Rede und Schrift versucht, in lokalen und weiteren Kreisen seinen — oft den Tatsachen direkt zuwiderlaufenden — Ansichten über die biologischen Verhältnisse der Unterelbe Geltung zu verschaffen, nämlich des Herrn Dr. med. BONNE in Klein Flottbek. Eine eingehende Kritik der vielen phantasiereichen Schriften dieses Herrn über die Unterelbe, von welchen übrigens auch nicht eine einzige Anspruch auf Ernst und Wissenschaftlichkeit zu erheben vermag, kann ich mir um so mehr sparen, als bereits C. MERCKEL (113) mit Bezug auf die Schrift „Die Notwendigkeit der Reinhaltung der deutschen Gewässer etc.“ eine Kritik geübt hat, die sich auf alle mir bekannt gewordenen BONNESchen Elbpublikationen ausdehnen läßt, und der ich mich vollständig anschließen. Ich möchte diese Kritik allen denen zur Lektüre empfehlen, die etwa durch die oft kühnen und mit so großer Sicherheit vorgetragenen Behauptungen des Herrn Dr. BONNE sich blenden ließen. Obwohl Herr Dr. BONNE nach seiner eigenen Aussage „in erster Linie Menschenfreund“ zu sein glaubt, so hat doch seine Kampfweise gegen Männer, die auf weniger leicht gangbaren Pfaden zu anderer Ansicht kommen wie er, nicht allzuviel Menschenfreundlichkeit erkennen lassen. Mir persönlich macht er in einer seiner letzten Publikationen¹⁾ den Vorwurf, ich sei (zugleich mit Professor DUNBAR) bestrebt, „die Kloaken Hamburgs weiß zu waschen“, und einige Seiten später, nach der Besprechung eines Zeitungsartikels über den mit Fabrikabwässern schwer belasteten Main, findet sich der Satz „Man sieht auch hier wieder das Bestreben anscheinend mit der städtischen Verwaltung in Verbindung stehender Kräfte (gerade wie in Hamburg, Altona und München)“ usw. Eine derartige niedrige Verdächtigung gegen Männer, die mit strengster Sachlichkeit in ihrem Beruf arbeiten, verdient denn doch die entschiedenste Zurückweisung.

Zur Abwehr.

¹⁾ Die Vernichtung der deutschen Flußfischerei durch die Verunreinigung unserer Gewässer, mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse auf der Unterelbe. Von Dr. med. GEORG BONNE. (Zeitschrift für Fischerei, XII. Jahrgang, 1905, Heft 1, p. 1—28.)

I. Zur chemischen Beschaffenheit des Elbwassers.

Bezüglich der chemischen Untersuchung der Wasserproben, welche bei jedem quantitativen Fang an der Fangstelle entnommen wurden, habe ich mich auf die Bestimmung der Oxydierbarkeit der im Wasser gelösten organischen Stoffe, des gelösten freien Sauerstoffs und des in den Chloriden enthaltenen Chlors beschränken müssen.

1. Die **Oxydierbarkeit**. Die Bestimmungen der Oxydierbarkeit (vgl. p. 52) haben folgendes ergeben:

Verbrauchtes Kaliumpermanganat (Milligramme im Liter).

1904.

1905.

Datum	Obere Elbe	Untere Elbe				Datum	Obere Elbe	Untere Elbe			
		Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt			Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt
9. September	36,6	37,9	37,3	37,3	37,5	5. September	30,0	33,7	34,7	33,2	33,9
13. "	37,3	36,6	37,6	36,6	36,9	12. "	33,2	33,4	33,2	33,4	33,3
20. "	37,0	37,6	38,9	37,6	38,0	19. "	31,6	31,6	33,8	33,2	32,9
27. "	33,2	31,6	33,2	34,1	33,0	26. "	28,4	28,5	28,4	27,2	28,0
30. "	29,4	—	33,5	—	33,5	3. Oktober	26,8	26,5	27,2	25,9	26,5
11. Oktober..	31,6	34,1	32,2	31,0	32,4	10. "	24,0	27,5	29,4	26,8	27,6
Durchschnitt der sechs Tage:						Durchschnitt der sechs Tage:					
34,2						29,0					
Durchschnitt aller Proben:						Durchschnitt aller Proben:					
34,7						29,85					

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich:

- 1) Der Gehalt des Wassers an gelösten organischen Stoffen ist im gesamten Untersuchungsgebiet in dem wasserarmen Jahr 1904, wie zu vermuten war, größer gewesen als bei dem gewöhnlichen Wasserreichtum des Stromes, wie er durchschnittlich wieder 1905 herrschte.
- 2) In beiden Jahren war im Mittel der Analysen für das Wasser der Untereilstation ein geringer Mehrverbrauch an Permanganat zu bemerken, obschon an einzelnen Tagen umgekehrt die Proben von Gauert größere Mengen beanspruchten. Demnach kann auf eine allgemeine stärkere Belastung der Elbe bei Schulau mit gelöster organischer Substanz aus den vorliegenden Befunden nicht geschlossen werden.

2. Der **Sauerstoffgehalt**. Die Ergebnisse der quantitativen Ermittlung des im Elbwasser gelösten freien Sauerstoffs sind in nachstehender Tabelle übersichtlich geordnet.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 13

1. 1904	2. Barometerstand	3. Wasserwärme	4. Entsprec- den- der Sauer- stoff- wert (be- rechnet)	5. Gefundener Sauerstoff				6. Differenz zwischen 4 und 5		
				Obere Elbe	Untere Elbe			Obere Elbe	Untere Elbe	
					Nord- seite	Mitte	Süd- seite			Durch- schnitt
9. September	760 mm	17,2 °	6,72	7,03	5,01	5,75	5,75	5,50	+ 0,31	- 1,22
13. "	756 "	16,0 °	6,85	7,51	5,52	5,85	5,82	5,73	+ 0,66	- 1,12
20. "	770 "	13,5 °	7,37	7,48	6,05	6,34	6,41	6,26	+ 0,11	- 1,15
27. "	762 "	12,0 °	7,53	7,56	6,34	6,62	6,52	6,49	+ 0,03	- 1,04
30. "	761 "	12,5 °	7,44	8,53	—	7,60	—	7,60	+ 1,09	+ 0,16
11. Oktober.	766 "	10,8	7,78	8,51	7,63	7,83	7,76	7,76	+ 0,73	- 0,02
Durchschnittl.	—	—	7,26	7,77	—	—	—	6,56	+ 0,49	- 0,73
				7,16						
1905										
5. September	764 mm	15 °	7,07	7,26	5,90	6,20	6,20	6,10	+ 0,19	- 0,37
12. "	765 "	16,2 °	6,91	7,68	5,60	5,94	5,96	5,83	+ 0,77	- 1,08
19. "	764 "	14,1 °	7,17	7,55	5,98	6,16	5,93	6,02	+ 0,38	- 1,15
26. "	757 "	13,0 °	7,33	7,78	6,07	6,65	6,67	6,46	+ 0,45	- 0,87
3. Oktober.	752 "	11,7 °	7,54	8,55	6,43	6,62	6,54	6,53	+ 1,01	- 1,01
10. "	769 "	9,2 °	8,12	8,78	6,52	6,84	6,64	6,66	+ 0,66	- 1,16
Durchschnittl.	—	—	7,35	7,93	—	—	—	6,27	+ 0,58	- 1,09
				7,10						

Zu der Anordnung vorstehender Tabelle ist noch zu bemerken, daß in Kolonne 4 die auf Grundlage der WINKLERSCHEN Sättigungszahlen für Normdruck bei 0—30° Wasserwärme (189 p. 326) berechneten Sauerstoffsättigungswerte für reines Wasser eingetragen sind, welche dem Barometerstand und der Wasserwärme entsprechen, die zur Zeit der verschiedenen Probeentnahmen beobachtet wurden. In Kolonne 6 sind die Differenzen zwischen diesen theoretischen und den tatsächlich gefundenen Sauerstoffmengen besonders hervorgehoben.¹⁾

Wenn auch im einzelnen kleine Unterschiede zwischen den Ergebnissen aus beiden Untersuchungsperioden bemerkbar sind, so ist doch der durchschnittliche Sauerstoffgehalt in beiden Jahren auffallend ähnlich gewesen, und meine Erwartungen, im Trockenjahr weniger günstige Verhältnisse anzutreffen, haben durch die vorliegenden Befunde keinerlei Bestätigung erhalten. Obwohl im September 1904

Relativ
günstiger Gehalt
im Trockenjahr.

¹⁾ Die Gründe, aus welchen ich auf Angabe der „Sauerstoffzehrung“, die zur Beurteilung von Tagwässern von anderen höher bewertet wird (177), verzichtet habe, sind weiter unten auf Seite 53 bis 55 ausführlich dargelegt.

bei Schulau einigemal niedrigere Werte beachtet wurden als 1905, so übertraf doch der Durchschnitt der unterelbischen Resultate von 1904 denjenigen von 1905 noch um ein Geringses, und es blieb nicht nur durchschnittlich, sondern auch in allen Einzelfällen der Sauerstoffgehalt weit über den Grenzen, innerhalb welcher unsere sauerstoffbedürftigsten Fische, die Salmoniden, existieren können (53, p. 158).

In der oberen Elbe war in beiden Jahren ein aus biologischen Faktoren zu erklärender Überschuß über das physikalische Sättigungsvermögen des Wassers mit Sauerstoff zu konstatieren, und zwar 1905 in unwesentlich höherem Grade als 1904. Umgekehrt, und das mag auf den ersten Blick frappieren, blieb 1905 der Sauerstoffgehalt in der Unterelbe hinter den Befunden des Vorjahres um eine Kleinigkeit zurück, trotzdem der Gehalt an gelöster organischer Substanz (vgl. p. 12) im Jahr 1904 merklich höher war. Möglicherweise läßt sich übrigens dieser scheinbare Widerspruch durch die biologischen Befunde beider Jahre (vgl. p. 38 u. 43) erklären. Zwar walteten in der Unterelbe in beiden Fangperioden, gegenüber der Oberelbstation, die Sauerstoffkonsumenten vor, doch war 1905 dieses Vorwalten so erheblich gestiegen, daß es nicht unberechtigt erscheint, aus ihm — wenigstens zum Teil — die beobachtete geringe Sauerstoffverminderung abzuleiten. Dazu kommt noch, daß in der Unterelbe die wichtigsten der hier beheimateten Sauerstoffproduzenten, die *Coscinodiscus*-Arten, den Höhepunkt ihrer Entwicklung, der hier gewöhnlich in den August fällt, bereits seit einer Reihe von Tagen überschritten hatten. Zur selben Zeit wurden in der Oberelbe die für diesen Stromabschnitt hauptsächlich in Betracht kommenden Sauerstoffzeuger, *Melosira granulata* und andere *Melosiren*, welchen das Wasser auch seine Übersättigung an Sauerstoff zu verdanken hatte, noch in sehr großen Mengen angetroffen. Jedenfalls ist der natürliche Sauerstoffgehalt im Wasser der Unterelbe zu keiner Zeit so beschränkt gewesen, daß man hätte von Sauerstoffmangel reden und von solchem hätte eine Schädigung der Fische ableiten können (vergl. auch 51, 53, 68).

3. **Der Chlorgehalt.** Die Ermittlung des Chlorgehaltes aus den im Elbwasser gelösten Chloriden sollte und konnte nicht etwa als Gradmesser zur Beurteilung einer Einwirkung der Sielwässer beitragen, sie wurde vielmehr aus wesentlich anderen Gründen vorgenommen.

Weil das aus dem Binnenlande der Nordsee zuströmende Wasser der Elbe seinen hohen Gehalt an Chloriden, der von Magdeburg abwärts bedeutend höher ist als in allen anderen deutschen Stromläufen, erst

Ursachen des
verschiedenen
Gehaltes.

Abnormer
Chlorgehalt
der Elbe.

im Sommer 1901 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 15

durch die Efluvien der Montanindustrie des Saalegebietes empfängt (85—89, 149, 212), und weil in der Trockenperiode des Sommers 1904 ein außerordentlich geringer natürlicher Zufluß an Quell- und Regenwasser stattfand, mußte bei einigermaßen gleichbleibendem Zufluß genannter Industrieabwässer eine wesentliche Steigerung des Chlorgehaltes in unserem Untersuchungsgebiet nachweisbar sein. Dabei war zu beachten, ob etwa die Steigerung des Chlorgehaltes bis zu einer Höhe gelangte, die zu einer merklichen Einwirkung auf die biologischen Verhältnisse in unserer Gegend führen konnte.

Außerdem lag auch bei dem verringerten Druck durch zuströmendes Wasser aus dem Oberlauf ein Vordringen des Brackwassers bis zu unserer Beobachtungsstelle oberhalb Schulan im Bereiche der Möglichkeit, und darum mußte derselbe bei den Untersuchungen entsprechend berücksichtigt werden, und dies um so mehr, als hier die Sohle des Fahrwassers $6\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Meter unter dem Nullpunkt bei Cuxhaven liegt, so daß also bei Schulan das Brackwasser lediglich durch den Druck des zuströmenden Oberwassers ferngehalten wird.

Brackwasser

Während nun, wie die nachstehende Chlortabelle bestätigt, die erste Voraussetzung zutreffend war, also im Verlauf der ganzen Untersuchungsperiode 1904 ein sehr hoher Chlorgehalt festgestellt wurde, konnte in derselben Zeit ein Vordringen von Brackwasser bis zu vorgenannter Stelle selbst bei Flut nicht nachgewiesen werden, obwohl jedesmal Proben von der Oberfläche, aus halber Höhe und vom Grunde der Wassersäule entnommen wurden. Weil indessen der Chlorgehalt dieser drei Proben in keinem Fall differierte, wurde der Befund in der Tabelle immer nur einmal in der Rubrik „Mitte“ eingetragen.

Weiter ist auch wieder aus dieser Tabelle (vgl. auch 198 p. 71) ersichtlich, daß der Chlorgehalt in der Elbe, sofern er noch nicht — wie näher nach der Mündung hin — vom Vordringen des Meerwassers bei Flut beeinflusst wird, ganz unregelmäßigen Schwankungen unterworfen ist, die augenscheinlich mit den nicht immer gleich großen Laugeergüssen aus den Kalifabriken bei Staßfurt etc. zusammenhängen.

Daß die Sielwässer von Hamburg und Altona, wie ich bereits früher ausgesprochen hatte (198 p. 70), keinen nachweisbaren Zuwachs an Chloriden liefern können, zeigte sich auch in der Tatsache, daß der Chlorgehalt bei Schulan häufig geringer war, als bei Ganert.

Chlor aus den Sielwässern.

Übrigens ließ sich 1904 eine schädigende Einwirkung des erhöhten Gehaltes der Elbe an Chlorverbindungen auf die beobachteten Organismen nicht erkennen, wodurch nebenbei deren Anpassungsvermögen an wechselnden Salzgehalt gut illustriert wird (vgl. p. 27 u. 28).

Das Chlor aus den im Elbwasser gelösten Chloriden (Milligramme im Liter).

1904.

1905.

Datum	Obere Elbe	Untere Elbe				Datum	Obere Elbe	Untere Elbe			
		Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt			Nordseite	Mitte	Südseite	Durchschnitt
9. September	390,5	355,0	355,0	355,0	355,0	5. September	181,0	177,5	159,7	159,7	165,6
13. "	376,3	362,1	362,1	362,1	362,1	12. "	179,3	193,5	193,5	193,5	193,5
20. "	383,4	381,6	383,4	383,4	382,8	19. "	131,3	153,7	153,7	153,7	153,7
27. "	381,6	378,1	378,1	378,1	378,1	26. "	138,4	152,6	149,1	152,6	151,4
30. "	358,5	—	369,2	—	369,2	3. Oktober	156,2	142,0	142,0	142,0	142,0
11. Oktober	337,2	314,2	315,9	315,9	315,9	10. "	142,0	156,2	152,6	154,4	155,6
Durchschnitt der sechs Tage:						Durchschnitt der sechs Tage:					
371,2						154,7					
Durchschnitt aller Proben:						Durchschnitt aller Proben:					
367,2						157,5					

Ältere und
neuere Chlor-
bestimmungen.

Da es für manchen Leser nicht ohne Interesse sein wird, einen Einblick in die Schwankungen und Steigerungen des Gehaltes an Chloriden im Elbwasser zu erhalten, gebe ich im folgenden die Zusammenstellung einer Auslese von Chlorwerten, die im Lauf von 53 Jahren bei Hamburg beobachtet wurden. Aus dieser Übersicht sind, außer der bedeutenden, allgemeinen, mit dem Anwachsen der Kaliindustrie zusammenhängenden Zunahme des Chlors, auch noch vorübergehende Steigerungen bemerklich, die wie im Hochsommer 1904 mehrfach mit Perioden niederen Wasserstandes zusammenfallen.

Jahr	Nähere Zeitangabe etc.	Chlor, mg im Liter	Analytiker
1852	1. Juni	23,9	Bischoff
1870	. November	29,7	Reichardt
"	"	18,5	"
1871	15. September	59,3	Ulex
1875	19. Juli	35,5	Gilbert
"	29. "	85,2	Schorer
"	31. August	54,6	Gilbert
"	3. Dezember	20,3	Wibel
"	. September	43,1	Erdmann
1887	Anfangs März	99,4	Wibel
"	14. April	42,6	"
"	27. Mai vorm. 8 Uhr 35,4, nachm. 4 Uhr	39,0	"
"	29. Juni „ 8 „ 81,5, „ 1 „	77,9	"

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 17

Jahr	Nähere Zeitangabe etc.	Chlor, mg im Liter	Analytiker
1887	30. Juli vorm. 8 Uhr und nachm. 4 Uhr	116,9	Wibel
1888	7. Mai 36,1 — 12. Oktober	106,7	Wohlwill
1889	5. April 23,3 — 2. September	218,4	"
1890	7. Febr. 30,5 — 15. August	198,1	"
1891	16. März 31,2 — 2. November	217,8	"
1892	11. Febr. 55,8 — 27. Juni 213,5 — 30. Juli . . .	483,0	"
"	8. August	461,0	Langfurth
"	16. Sept. 495,3 — 17. Sept. 513,3 — 18. Sept.	383,0	Wohlwill
"	19. Sept. 384,3 — 20. September	239,1	"
1893	2. Jan. 259,5 — 25. Januar	693,1	"
"	4. März 52,1 — 15. August	605,1	"
1900	Mai bis Dezember in 76 Proben, Schwankungen von	99,1—353,2	Volk
1902	15. April 25 Proben von verschiedenen Stellen, Schwankungen von	81,6—106,5	"
1904	9. September bis 11. Oktober 34 Proben mit Schwankungen von	314,2—390,5	"
1905	5. September bis 10. Oktober 36 Proben mit Schwankungen von	131,0—193,5	"

II. Die qualitative Untersuchung des Planktons.

Bevor die Ergebnisse dieses Abschnittes der Untersuchungen näher besprochen werden, ist es notwendig darauf hinzuweisen, daß, wie auch schon früher von mir hervorgehoben wurde (198 p. 80), im sogenannten Potamoplankton¹⁾ immer nur ein Teil der im Strome frei schwimmend beobachteten Tier- und Pflanzenarten als echte Planktonorganismen anzusprechen sind, d. h. als solche Organismen, die schon in weit zurückliegenden Generationen die Befähigung zu einem rein pelagischen oder limnetischen Schwebedasein erworben haben.

Echtes
Plankton.

¹⁾ Es handelt sich hier durchaus nicht um eine spezifische Genossenschaft von Schwebewesen, wie das Wort „Potamoplankton“ (218) zu bedeuten scheint, weil alle bisher im fließenden Wasser gefundenen Planktonwesen auch Bewohner des stehenden Wassers sind; in diesem haben wir ihre hauptsächlichsten Brutstätten, selbst für die Mehrzahl der im Strom vorhandenen Individuen, zu suchen. Ein klassisches Beispiel hierzu bietet die quantitative Verteilung von *Bosmina longirostris cornuta* in unserem Arbeitsgebiet, wo in den Becken von Grasbrook-, India- und anderen Häfen die eigentliche Heimat des Planktonkrebschens liegt, aus der es, hauptsächlich durch Ebberströmung, in verhältnismäßig bescheidenen Massen der unteren Elbe zugeführt wird, während es oberhalb des eigentlichen Flutgebietes nur noch in ganz geringen Mengen vorkommt, die aus weiter oberhalb gelegenen stillen Buchten (Bulmenwinkeln), Prielern, Altwässern etc. herausgespült sind. Ähnliches hat weiter stromaufwärts SCHORLER

Zufällige
Plankton-
genossen.

Im Meere sowohl wie in den stehenden Binnengewässern mit freiem Wasserspiegel wird man nur nach jeder größeren mechanischen Störung der Wassermassen, also nach stürmischem Wetter, zwischen den ständigen Schwebebewohnern des freien Wassers auch zahlreiche Fremdlinge aus der Uferzone und vom Grunde finden, welche durch die Wasserbewegung losgerissen oder aus ihren angestammten Wohnstätten fortgetrieben wurden. Bei dem geringen Unterschied ihres spezifischen Gewichtes von dem des Wassers bleiben diese auf „die hohe See“ verschlagenen Ufer- und Grundbewohner erst noch einige Zeit in schwebendem Zustand, indessen müssen sie nach eingetretener Beruhigung des Wassers doch wieder zu Boden sinken, weil sie nicht die zum dauernden Planktonleben geeignete Organisation besitzen.

Buchten,
Altwässer etc.

Eine ungleich wichtigere Rolle als in nur durch Wind und Wellenschlag zeitweilig aufgerührten Gewässern spielen die soeben charakterisierten Organismen dagegen im dauernd bewegten Wasser, in nicht zu langsam fließenden Bächen, in Flüssen und Strömen, deren oft lebhaft dahingleitende Fluten vielfach auch an geschützten ruhigeren Stellen, Buchten, Altwässern, Prielen usw. vorüberziehen. Infolge mancherlei Zufälligkeiten dringt hier die Wasserbewegung zuweilen selbst in die stillsten Uferwinkel, die vielfach als Brutstätten einer reichen mikroskopischen Lebensgemeinschaft zu gelten haben. Dann werden an solchen Örtlichkeiten nicht nur viele zwischen dem Pflanzenwuchs und im Schlamm des Bodens frei lebende Wurzelfüßer, Geißel- und Wimperinfusorien, Rädertiere, Würmer, Kruster und Insektenlarven durch die Strömung weggeschwemmt, sondern auch manche auf irgend einer Unterlage festgewachsene Vertreter derselben Tiergruppen, wie einige Mastigophoren, zahlreiche Vorticellen, Suctorien, Rhizoten und Bryozoën, die nun, losgerissen, für den Rest ihres Daseins zu einem ihnen sonst fremden Wanderleben verurteilt sind, dem nur wenige wieder entrinnen, wenn sie durch die Gunst des Zufalls aufs neue in eine stille Bucht geraten und hier zu Boden sinken oder an Pflanzen hängen bleiben. Im freien Strom gelangen diese Geschöpfe vor ihrem Tode nicht mehr zur Ruhe, und daher kommt es, daß recht viele von ihnen, und zwar zuweilen in großen Mengen, als dauernde Reisekameraden der echten

bei Dresden beobachtet (166, p. 21, 22). In Erwägung aller Verhältnisse muß man sogar eine durch Formenvariation zum Ausdruck kommende Anpassung an das fließende Wasser bezweifeln, weil naturgemäß in einem Strom selbst die ihm in seinem obersten Lauf zugeführten Einzelwesen sich zwar noch zum Teil auf der Talreise vermehren, mit Eintritt in den stärkeren Salzgehalt des Brackwassergebietes aber rettungslos samt allen unterwegs erzielten Nachkommen zugrunde gehen. Anders freilich ist es mit den im Tidengebiet heimisch gewordenen Organismen, wie z. B. *Eurytemora affinis*, deren Urheimat das Meer ist.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 19

Planktonten beobachtet werden, als welche sie dann in der ihnen ursprünglich fremden Genossenschaft zweifellos wichtige biologische Werte darstellen können.

Dasselbe, was hier von Tieren verschiedenster Ordnungen gesagt wurde, gilt auch von vielen Vertretern des Pflanzenreichs, hauptsächlich von sonst seßhaften Algen und Pilzen, die ebenfalls recht oft zu unfreiwilligen und dabei doch biologisch wichtigen Genossen ihrer planktonischen Verwandten werden, während dauernd schwimmende und losgerissene Wasserpflanzen höherer Organisation, Phanerogamen und Gefäßkryptogamen — abgesehen von Teichen, Tümpeln und stagnierenden Wassergräben — höchstens im engen Bachbett einmal zu einer gewissen Einwirkung auf die biologischen Verhältnisse desselben gelangen können.

Außer den beiden Gruppen der echten Planktonwesen und den im fließenden Wasser daneben dauernd auftretenden Planktongenossen ist noch eine dritte Gruppe zu nennen, welche wir als die Gruppe der Planktongäste bezeichnen wollen. Darunter sind solche Organismen zu verstehen, die entweder als echte Parasiten oder nur als Epöken in oder auf den Körpern echter Planktontiere und -pflanzen leben, wie z. B. in der Elbe *Ascospodium Blochmanni* in *Synchaeten* und verschiedenen Brachionen, ein ähnliches Sporozoon in *Schizocerca*, dann verschiedene Vorticellen auf Planktonalgen, ferner Opercularien, Zoothamien und andere Ciliaten auf *Eurytemora affinis*, *Cyclops*-Arten und *Bosmina longirostris cornuta*, das Rädertier *Notommata parasita* in *Volvox*kolonien und endlich Würmerlarven in verschiedenen Copepoden etc. Wenn wir von *Ascospodium Blochmanni* absehen, das zuweilen unter dem Bestande von *Brachionus pala* und *B. amphiceros* Verheerungen anrichtet, ist den Vertretern dieser Gruppe, wenigstens hier in der Elbe, kein irgendwie merklicher Einfluß auf die allgemeinen biologischen Verhältnisse einzuräumen, da sich ihre Individuenzahl immer nur in bescheidenen Grenzen hält.

Planktongäste

Eine Trennung der Planktongenossen von den echten Planktonten konnte bei unseren Untersuchungen schon deshalb nicht vorgenommen werden, weil die Lebensweise vieler dieser Organismen überhaupt noch nicht genügend bekannt ist, und wir daher oft genug in Verlegenheit kommen würden, welcher der beiden Gruppen wir im Einzelfall ein Tier oder eine Pflanze zuweisen sollen.

Außer den lebenden Organismen finden sich im Auftrieb bewegter Gewässer stets auch mehr oder weniger große Mengen von Trümmern abgestorbener Pflanzen und Tiere, die als organischer Detritus bezeichnet werden und — gemischt mit aufgewühlten und in der Strömung dahintreibenden Gesteinstrümmern (Ton und Sand) das Pseudo-

Pseudo-plankton

plankton bilden. Dieses Pseudoplankton, das im stehenden Wasser der Teiche und Seen nur eine ganz untergeordnete Rolle spielt, kann bei Stromuntersuchungen, besonders wenn oberhalb einer Fangstelle Baggerarbeiten im Gange sind, durch sein massenhaftes Auftreten recht störend wirken und die mikroskopische Planktonanalyse wesentlich erschweren.

Nach diesen zum besseren Verständnis der Sachlage nicht ganz unwichtigen Bemerkungen wenden wir uns nunmehr den Qualitativ-Untersuchungen und deren Ergebnissen selbst zu.

Qualitative
Planktonfänge

Das qualitative Untersuchungsmaterial wurde in der allgemein bekannten Weise mit Hilfe sogenannter Planktonnetze aus feinsten Müllergaze gesammelt und zum Teil in dreiprozentigem Formalinwasser konserviert, zum Teil am Leben erhalten und lebend untersucht. Unerläßlich ist die Untersuchung *intra vitam* bei solchen Tieren, welche im Tode unkontrollierbare Veränderungen erleiden, sei es durch direkt destruirende Einwirkung des Konservierungsmittels auf die Formelemente der Organismen, sei es dadurch, daß diese sich im Augenblick der Berührung mit dem ungewohnten Medium in Schreck- und Schutzstellungen zusammenziehen, durch die jede charakteristische Körperform bis zur Unkenntlichkeit entstellt wird. Hierher gehören in erster Linie gerüst- und gehäuselose Protozoen sowie auch recht viele Rädertiere, deren Bestimmung stets mit möglichster Beschleunigung vorzunehmen war, während die meisten Planktonalgen, die beschalteten Rhizopoden, die Heliozoen, die meisten mit einer festen Hülle versehenen Rädertiere sowie endlich alle Copepoden und Cladoceren zumeist im konservierten Zustand untersucht wurden.

Zu Tabelle I.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle I¹⁾ übersichtlich geordnet, und zwar derart, daß vor dem Namensverzeichnis, nach Jahrgängen geschieden, die Fangstellen und hinter der Namensfolge, ebenfalls nach den beiden Jahren getrennt, die Fangtage angegeben sind. Kreuze in den Kolonnen zeigen an, daß das auf gleicher Linie genannte Lebewesen an der Fangstelle und an dem Fangtage, welchen die bekreuzte Kolonne entspricht, gefunden wurde. Das Fehlen von Kreuzen bedeutet indessen nur, daß hier die betreffende Art an der fraglichen Stelle bzw. dem betreffenden Tage nicht beobachtet ist, ohne daß deshalb ihr gänzlichliches Fehlen in dem entsprechenden Fang behauptet werden könnte, da ja unterm Mikroskop doch immerhin nur ein Bruchteil der wirklich erbeuteten Massen zur Beobachtung kommt.

¹⁾ Zur Bestimmung des Pflanzenplanktons wurden hauptsächlich die im Literaturverzeichnis p. 92 bis 100 unter Nr. 11, 17, 19, 42, 43, 61, 62, 90, 91, 121, 159, 192 und 210, zur Bestimmung der Tiere die unter Nr. 5, 16, 18, 23, 24, 26, 27—32, 44, 45, 55, 60, 97, 99, 100, 114, 117, 129—132, 140—142, 145—148, 152, 156—158, 178—183, 193 und 202 aufgeführten Monographien und Sammelwerke benutzt.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 21

Das gilt für alle selteneren Komponenten des Planktons, insbesondere auch für die pflanzlichen Organismen, für welche ja die Elbe eine fast unerschöpfliche Fundgrube zu sein scheint. Sind doch selbst nach gewissenhaftester Bearbeitung gelegentlich immer noch neue Arten zum Vorschein gekommen. Darum ist es begreiflich, daß unsere Verzeichnisse, mit Einschluß der früher veröffentlichten, durchaus nicht Anspruch darauf erheben können, ein abgeschlossenes Bild dieses Teils der Flora und Fauna der Elbe bei Hamburg zu geben.

Trotzdem aber lassen sich aus der Zahl der Kreuze vor und hinter den Namen doch ganz wertvolle Schlüsse bezüglich der Verteilung und der Häufigkeit des Vorkommens einer Art oder Abart ziehen.

Im Verlauf der beiden kurzen Fangperioden der Jahre 1904 und 1905 wurden in 92 Fängen alles in allem 667 Pflanzen- und 308 Tierformen nachgewiesen, nämlich

207 Chlorophyceen, davon	1904	:	159	und	1905	:	149
292 Bacillariaceen,	"	"	315	"	"	"	280
1 Rhodophyceen,	"	"	1	"	"	"	—
65 Schizophyten,	"	"	47	"	"	"	53
2 Wasserpilze,	"	"	2	"	"	"	1
15 Rhizopoden,	"	"	15	"	"	"	5
5 Heliozoen,	"	"	4	"	"	"	3
30 Mastigophoren,	"	"	26	"	"	"	19
108 Ciliaten,	"	"	99	"	"	"	47
16 Suctorien,	"	"	16	"	"	"	7
107 Rotatorien,	"	"	79	"	"	"	86
27 Kruster,	"	"	17	"	"	"	20

Es stehen hier 524 Pflanzen und 256 Tiere im „Trockenjahr“ 1904 der geringeren Formenzahl von 483 Pflanzen und 187 Tieren aus dem „Normaljahr“ 1905 gegenüber, wobei der größere Formenreichtum des Jahres 1904 bei den Pflanzen durch die Bacillariaceen, bei den Tieren durch die Ciliaten herbeigeführt wurde.

Bezüglich der qualitativen Verteilung der im Plankton nachgewiesenen Organismen auf die beiden Fangstationen hat sich herausgestellt, daß in beiden Jahren der Reichtum an Pflanzenformen in den Fängen aus der Unterelbe erheblich größer erschien, als der von der oberen Fangstation, während in letzterer die Tierformen gegenüber denen des Unterelbplanktons — freilich in viel geringerem Grade — vorwalten. Die charakteristische Formenfülle des unterelbischen Pflanzenplanktons war demnach so bedeutend, daß sie sogar trotz des Ausfalles im Zooplankton noch zu einem etwas größeren Formenreichtum für das Gesamt-

Qualitative
Verteilung.

plankton der Unterebstation geführt hat. Wie aus nachfolgender Gruppenzusammenstellung ersichtlich wird, stehen 1904 den 405 Pflanzen und 166 Tieren aus dem Schulaner Revier 340 Pflanzen und 208 Tiere von der Gabelung der Norder- und Süderelbe gegenüber. 1905 zeigte das Plankton der unteren Station 425 Pflanzen und 126 Tiere, während sich zur selben Zeit neben 140 Tieren nur 276 Pflanzenformen von der oberen Fangstelle feststellen ließen. Nach Gruppen verteilt enthielten die Fänge

	1904		1905	
	in der oberen Elbe	in der unteren Elbe	in der oberen Elbe	in der unteren Elbe
Chlorophyceen	124	116	103	127
Bacillariaceen	187	246	140	251
Rhodophyceen	1	—	—	—
Schizophyten	27	42	33	46
Wasserpilze	1	1	—	1
Rhizopoden	15	3	5	4
Heliozoën	4	1	1	1
Mastigophoren	22	17	13	8
Ciliaten	70	71	28	35
Suctorien	9	12	5	6
Rotatorien	75	50	76	56
Krufter	13	12	12	16

Während von den überhaupt im Plankton der beiden Fangperioden nachgewiesenen 975 Arten und Abarten viele nur oberhalb, noch mehr nur unterhalb der Städte Hamburg und Altona angetroffen wurden, fand sich der verhältnismäßig größte Formenreichtum, nämlich 338 Pflanzen und 152 Tiere, an beiden Fangstationen zugleich, und zwar

in beiden Jahren zusammen

124 Chlorophyceen, davon	1904 :	81	und 1905 :	82
178 Bacillariaceen,	" "	119	" "	110
35 Schizophyten,	" "	22	" "	26
1 Wasserpilz,	" "	1	" "	—
6 Rhizopoden,	" "	3	" "	4
2 Heliozoën,	" "	1	" "	—
18 Mastigophoren,	" "	12	" "	6
49 Ciliaten,	" "	41	" "	16
5 Suctorien,	" "	5	" "	4
62 Rotatorien,	" "	46	" "	16
10 Krufter,	" "	8	" "	8

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 23

Von diesen sowohl bei Gauert wie auch bei Schulau beobachteten Formen dürfen wir diejenigen, welche beiderseits ständig und in größerer Zahl auftreten, ohne Frage als dem ganzen Stromabschnitt angehörig betrachten, dessen Grenzen durch die beiden Fangstationen bezeichnet werden. Dazu sind wir noch besonders bei solchen Arten und Abarten berechtigt, deren Anwesenheit bereits durch unsere Untersuchungen in den Jahren 1899 bis 1902 auch für die Mitte der Strecke, das Hafengebiet, festgestellt wurde. Typisch für diesen Teil des Stromes scheint das Zusammenleben der im Plankton beobachteten Pflanzen und Tiere des nachstehenden Verzeichnisses zu sein, von welchen nur die wenigen mit einem Stern bezeichneten in der Zeit von 1899—1900 nicht gefunden sind.

Im
ganzen Gebiet
beobachtete
Organismen.

Chlorophyceen:

- Scenedesmus acuminatus* ¹⁾.
 „ *bijugatus* ²⁾.
 „ *hystrix*.
 „ *obliquus*.
 * „ *opoliensis*.
 „ *quadricanda*.
Coelastrum cubicum.
 „ *sphaericum*.
Pediastrum Boryanum.
 „ *duplex*.
 „ *tetras*.
Rhaphidium polymorphum.
Kirchneriella lunaris.
Actinastrum Hantzschii.
Tetraëdron caudatum (1900).
 „ *minimum*.
Sphaerocystis Schröteri (1900).
Staurigenia multiseta.
 „ *rectangularis*.
 „ *Schröderi* (1900).
Dictyosphaerium Ehrenbergia-
num.
 „ *pulchellum*.
Tetracoccus botryoides.
Richteriella botryoides.
Oocystis Naegeli.
 „ *Novae Semljae*.

Bacillariaceen:

- Navicula cryptocephala*.
 „ *gregaria*.
 „ *hungarica*.
 „ *rhynchocephala*.
Amphora ovalis.
Cocconeis pediculus.
 „ *placentula*.
Nitzschia acicularis.
 „ *linearis*.
 „ *obtusa*.
 „ *palea*.
 „ *sigma*.
 „ *sigmoidea*.
 „ *subtilis*.
Suriraya biseriata.
 „ *calcarata*.
 „ *ovalis*.
Cymatopleura elliptica.
Campylodiscus hybernicus.
Diatoma elongatum.
Synedra actinastroides.
 „ *acus*.
 „ *ulna*.
Asterionella formosa.
Fragillaria capucina.
 „ *construens*.
 „ *crottonensis*.

¹⁾ 1899 aufgeführt als *Scelenastrum acuminatum*.

²⁾ 1899 „ „ *Scenedesmus obtusus*.

Raphoneis amphiceros.	Peranema trichophorum.
Denticella rhombus.	Synura uvella.
Aulacodiscus Argus.	Pandorina morum.
Stephanodiscus Hantzschii.	Eudorina elegans.
Coscinodiscus apiculatus ¹⁾ .	Volvox aureus.
" subtilis.	
Melosira Binderiana ²⁾ .	Ciliata:
" distant (1900).	Enchelys pupa.
" granulata.	Lacrimaria lagenula.
" italica ³⁾ .	" olor.
Cyclotella Meneghiniana.	Prorodon ovum.
" striata.	" teres.
Actinoptychus splendens.	Coleps hirtus.
Schizophyta:	Lionotus fasciola.
Microcystis flos aquae.	Colpoda cuculeus.
* " pallida,	Colpidium colpoda.
" reticulata.	Paramaecium aurelia.
Cathrocystis aeruginosa.	Stentor coeruleus.
Coelosphaerium Kützingianum.	" polymorphus.
Cladotrix dichotoma.	" Roeselii.
Rhabdoderma lineare.	Arachnidium sulcatum.
Oscillatoria chalybaea.	Codonella lacustris.
Aphanizomenon flos aquae.	Tintinnidium fluviatilis.
Rhizopoda:	Euplotes patella.
Arcella vulgaris.	Stylonychia mytilus.
Cyphoderia margaritacea	Aspidisca costata.
Heliozoa:	" lynceus.
Actinophrys sol.	Vorticella alba.
Actinosphaerium Eichhornii.	" campanula.
Mastigophora:	" longifilum.
Anthophysa vegetans.	" microstoma.
Bodo globosus.	" minuta.
Euglena deses.	" nebulifera.
" oxyuris.	Carchesium polypinum.
" viridis.	Zoothamnium arbuscula.
Phacus longicaudus.	Epistylis flavicans.
	" plicatilis.
	Cothurnia crystallina.

¹⁾ 1899 aufgeführt wahrscheinlich mit unter Coscinodiscus radiatus.

²⁾ 1899 " als Melosira crenulata Binderiana.

³⁾ 1899 " mit als Melosira crenulata.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 25

Suctorii:	Brachionus angularis.
Metacineti mystacina.	„ Bakeri.
Staurophrya elegans.	„ pala.
Podophrya spec.?	„ „ ampiceros.
Acineta grandis.	„ spec.?
	„ quadratus.
Rotatoria:	„ rubens.
Philodina macrostyla.	„ urceolaris.
„ megalotrocha.	Schizocerca diversicornis.
Rotifer vulgaris.	Anuraea aculeata.
Asplanchna Brightwellii.	„ cochlearis.
„ priodonta.	„ tecta.
Synchaeta pectinata.	„ hypelasma.
„ tremula.	Notholca acuminata.
Polyarthra platyptera.	„ striata.
Triarthra breviseta.	Gastropus hyptopus.
„ longiseta.	
Mastigocerca capucina.	
„ stylata.	Crustacea:
„ spec.?	Cyclops viridis.
Coelopus porcellus.	Eurytemora affinis ¹⁾ .
Catypna luna.	Bosmina longirostris cornuta.
Monostyla bulla.	Lynceus rectangulus.
„ lunaris.	„ rostratus.
Pompholyx sulcata.	Chydorus sphaericus.

Ausschließlich in den Fängen aus der oberen Elbe wurden
beobachtet, und zwar
in beiden Jahren zusammen

Nur in der
Oberelbe
beobachtet.

38 Chlorophyceen,	davon	1904	:	34	und	1905	:	14
48 Bacillariaceen,	„	„		36	„	„		17
1 Rhodophyceen,	„	„		1	„	„		—
7 Schizophyten,	„	„		3	„	„		5
1 Wasserpilz,	„	„		1	„	„		—
10 Rhizopoden,	„	„		10	„	„		1
3 Heliozoen,	„	„		2	„	„		1

¹⁾ Eurytemora affinis ist zwar 1904 viermal in wenigen und 1905 am 5. September in einem jugendlichen Exemplar bei Gauert gefangen worden, doch kann man diesen wirtschaftlich wichtigsten Krebs des unteren Elbgebiets, wo er in ungeheuren Scharen vorkommt, hier oben nur als gelegentlichen Gast, nicht aber als eingebürgert ansehen, wenigstens habe ich ihn immer nur vereinzelt angetroffen. Daher kommt es auch, daß er in der Rubrik „Obere Elbe“ der quantitativen Haupttabelle gänzlich fehlt.

11 Mastigophoren,	davon	1904	:	8	und	1905	:	6
28 Ciliaten,		"	"	26	"	"	"	4
4 Suctorien,		"	"	4	"	"	"	—
39 Rotatorien,		"	"	21	"	"	"	26
8 Kruster,		"	"	4	"	"	"	4

Also von im ganzen 95 pflanzlichen und 103 tierischen Organismen fanden sich 75 der ersteren und 75 der letzteren in den Fängen von 1904 gegen 36 und 42 in 1905.

Nur in der
Untereibe
beobachtet.

Dagegen konnten als nur im Material der Untereibstation vorkommend 230 Pflanzen- und 57 Tierformen, nämlich 1904: 146 Pflanzen und 41 Tiere, 1905: 143 Pflanzen und 27 Tiere, festgestellt werden, die der oberen Elbe nach unseren seitherigen Untersuchungen — jedoch immer mit der auf Seite ausgesprochenen Einschränkung — fehlen. Es waren in beiden Jahren zusammen

50 Chlorophyceen,	davon	1904	:	23	und	1905	:	27
156 Bacillariaceen,		"	"	111	"	"	"	99
23 Schizophyten,		"	"	11	"	"	"	16
1 Wasserpilz,		"	"	1	"	"	"	1
3 Mastigophoren,		"	"	2	"	"	"	1
32 Ciliaten,		"	"	26	"	"	"	11
7 Suctorien,		"	"	7	"	"	"	2
7 Rotatorien,		"	"	2	"	"	"	6
8 Kruster,		"	"	4	"	"	"	6

Untere Grenze
des Oberelb-
planktons
wenig
ausgeprägt.

Von den bei diesen Untersuchungen nur an der oberen Station beobachteten Planktonten wurden übrigens schon in den Jahren 1899—1902 verschiedene auch im Hamburger Hafengebiet beobachtet, und es unterliegt keinem Zweifel, daß bei weiterer Bearbeitung des 1904 und 1905 gesammelten Untereibmaterials in diesem, wenn auch nur vereinzelt, noch manche der für die Oberelbe charakteristischen Formen zu finden sein werden. Vom Gros dieser Gruppe können wir indessen annehmen, daß die ihr zugehörigen Formen zwar noch in größerer Nähe ihrer in Prielen und Buchten des oberen Gebiets befindlichen Brutstätten, aber nicht mehr 32 Kilometer abwärts im Strom die ihnen zusagenden Lebensbedingungen finden, wenn schon manche von ihnen noch lebend durch das zu Tal fließende Wasser bis hierher getragen werden.

Tidenwirkung.

Es ist nötig, an dieser Stelle wiederholt darauf hinzuweisen, daß in unserem Untersuchungsgebiet das Wasser der Elbe sich nicht, wie weiter stromaufwärts, in einfacher und gleichmäßiger Talströmung befindet, sondern daß es im Wechsel der Gezeiten regelmäßig zweimal in

vierundzwanzig Stunden gestaut und in der Gegend von Schulau, zum Teil bis zu 15 Kilometer, bei starkem Gegenwind auch noch weiter, zurückgetrieben wird. Aus diesem Grunde gebraucht das Wasser von unserer oberen Fangstelle, besonders in Perioden stärkerer westlicher Winde, eine Reihe von Tagen zur Reise bis zur unteren Station, jedenfalls Zeit genug zum Ausleben und Absterben vieler ohnedies nicht sehr langlebiger Organismen, denen die veränderten Verhältnisse nicht zusagen.

Wesentlich anders wie bei den Bewohnern des Oberelbgebietes liegen die Umstände für die an Formenzahl reicheren Vertreter der Flora und auch der weniger reichen Fauna im Plankton der Elbe bei Schulau, die nur in den Fängen aus dieser Gegend zur Beobachtung gekommen sind. Von ihnen wird selbst durch eine Sturmflut kein Stück bis zur Trennung von Norder- und Süderelbe getragen werden.

Wenn wir trotzdem einige zweifellos für die untere Elbe charakteristische Formen auch in beschränkter Zahl bei der oberen Station finden, so dürften sie ursprünglich durch irgend einen der bekannten, zur Verbreitung von Pflanzen und Tieren beitragenden Zufälle dorthin gelangt sein. Einige von ihnen scheinen sich dann im Lauf der Zeit den Lebensbedingungen dieser Örtlichkeit angepaßt zu haben, wenn sie auch vorläufig noch als bescheidene Kolonisten zwischen der überwältigenden Mehrheit der altangesessenen Bevölkerung eine untergeordnete Stellung einnehmen, während andere offenbar nur als wieder verschwindende Gäste anzusehen sind.

Für einzelne bei den Untersuchungen des Oberelbplanktons auftauchende Arten ist es aber für mich nicht zweifelhaft, daß sie durch einen erst vor kurzem eingetretenen Zufall, ja vielleicht infolge direkter Übertragung durch die Fanggeräte in den betreffenden Fang gekommen sind. Denn wenn auch jedesmal unmittelbar vor dem Gebrauch Netze, Schläuche und Planktonpumpe ebenso wie die Aufbewahrungsgläser mit dem Wasser der Fangstelle durchgespült werden, so läßt sich doch für absolute Reinheit dieser Gegenstände keine Gewähr leisten, weil sich trotz aller Sorgfalt in irgend einem Winkelchen der Geräte das eine oder andere Geschöpf verstecken und als blinder Passagier nach der nicht sehr langen Reise noch lebend in einen Fang geraten kann, in den es von Rechts wegen nicht gehört. Dieses Schicksal hatte z. B. ein lebendes Exemplar des marinen *Triceratium favus*, das im Oberelbplankton vom 9. September 1904 mit einigen Exemplaren des ebenfalls marinen *Coscinodiscus concinnus* Jonesianus zusammen beobachtet wurde. Leere Schalen von *Triceratium* finden sich in großer Zahl zwischen Schulau und Blankenese, weiterhin nicht selten im Hafengebiet und auch noch, jedoch immer seltener werdend, oberhalb desselben, soweit aus diesem

Oberer Grenze
des Unterelb-
planktons
schärfer
ausgeprägt.

Beschränkte
Anpassung,
Verschleppung.

Teil des Stromes durch die Flut noch Wasser aufwärts getrieben wird; aber von Exemplaren mit Chromatophoren sind selbst im Plankton von Schulau nur wenige erbeutet worden, und darum ist ein normales Vorkommen bei Gauert mehr als unwahrscheinlich.

Dagegen war *Coscinodiscus concinnus* Jonesianus zusammen mit dem ebenfalls ursprünglich marinen *C. subtilis* 1904 die dominierende Diatomacee der Schulauer Station, von welcher er sich 1905 bis auf einen bescheidenen Rest wieder stromabwärts — bildlich gesprochen — zurückgezogen und dem *C. subtilis* wieder die gewohnte Oberherrschaft in dieser Gegend überlassen hatte.

Mit dem vorübergehend massenhaften Auftreten von *Coscinodiscus concinnus* Jonesianus und dem ebenfalls nur vorübergehenden Erscheinen einer ganzen Reihe anderer ausgesprochen mariner bezw. Brackwasser-algen, sowie des gleichfalls dem Brackwasser der Elbmündung angehörigen Wimperinfusors *Pyxicola curvata*, welcher in keinem der Unterelbfänge von 1905 wieder gefunden wurde, war für das wasserarme Jahr 1904 ein unverkennbares Vordringen von lebenden Brackwasserbewohnern bis zu einer Stelle bewiesen, an welcher zur selben Zeit durch chemische Chlorbestimmungen ein Vordringen des Brackwassers selbst nicht zu ermitteln gewesen ist.¹⁾

Während eine eingehende Darlegung der Anpassung von Tieren und Pflanzen in dem Übergangsgebiet der Unterelbe vom Süßwasser zum Meere (und umgekehrt), mit deren Studium wir schon seit längerer Zeit beschäftigt sind, späteren Veröffentlichungen vorbehalten bleiben muß, will ich hier nur noch kurz die Tatsache hervorheben, daß die Unterelbe reich ist an ursprünglich marinen Formen, die sich im Laufe der Zeit auch dem Leben im Süßwasser vollkommen angepaßt haben, und zwar derart, daß man manche von ihnen ebenso häufig im Hamburger Hafengebiet wie im salzreichen Wasser weit unterhalb des Kaiser Wilhelm-Kanals antrifft.

Ob hierbei der im Vergleich zu anderen deutschen Flüssen abnorm hohe, erst seit dem Emporblühen der Montanindustrie des Saalegebiets in den letzten Dezennien der Elbe jahrein, jahraus zugeführte Salzgehalt (85—89, 149 und 212, vgl. auch p. 14—17) ganz ohne Einfluß geblieben ist, läßt sich heute nicht mehr mit Sicherheit ermitteln, weil vor dieser

¹⁾ Vorläufig muß es unentschieden bleiben, ob es sich bei *Pyxicola curvata*, *Triceratium favus* und einigen anderen lebend gefangenen Brackwasserorganismen, deren allgemeine Anpassung wie bei *Coscinodiscus* noch nicht nachgewiesen ist, um Anfänge einer Anpassung an das Süßwasser handelt, oder ob wir es nur mit Überbleibseln aus einer kürzlich voraufgegangenen stärkeren Flut zu tun haben, durch die vorübergehend salzreicheres Wasser mit seinen charakteristischen Bewohnern bis zur Fangstation gekommen war.

Vordringen von
Brackwasser-
formen
im Jahre 1904

Dauernde
Anpassung

Zeit, als aus dem oberen Flußlauf noch Wasser mit geringem Salzgehalt (18,5—25 Milligr. Chlor im Liter, vgl. Tabelle p. 16) der Nordsee zuströmte, umfangreichere biologische Studien noch nicht in dem kritischen Stromabschnitt gemacht wurden.

Erwähnen muß ich an dieser Stelle noch das gemeinsame Auftreten des ursprünglich marinen *Coscinodiscus subtilis* mit der im Süßwasser heimischen *Melosira granulata Jonsensis* in unseren Fängen.¹⁾ Stets sind sie — und zwar meistens in großer Individuenzahl — vergesellschaftet, wobei in der oberen Elbe *Melosira*, bei der unteren Fangstelle *Coscinodiscus* vorwaltet. Beide zusammen geben dem Wasser dann einen charakteristischen olivbräunlichen Farbenton, der von Laien öfter als „Elbschmutz“ bezeichnet wird. Diese Farbe tritt besonders auffallend hervor, wenn, wie ich auf meinen früheren Fangfahrten mehrfach beobachtet habe, überwältigende Massen von *Coscinodiscus* in der Elbe vom Hafengebiet abwärts das Phänomen einer düsteren Wasserblüte hervorbringen. In schwächerem Grad kann man zeitweise dergartiges auch im oberen Teil unseres Gebiets bemerken, doch wird hier die Erscheinung in der Hauptsache durch *Melosira* bewirkt, während *Coscinodiscus* nur wenig dabei beteiligt ist.

Eine andere bemerkenswerte Erscheinung bildete im Jahre 1904 — und zwar ebensowohl in dem aus dem oberen Flußlauf zuströmenden „Reinwasser“ weit oberhalb der Hamburg-Altonaer Sielwassereinwirkung, wie auch unterhalb der Städte — das häufigere Auftreten von Saprophyten und Saprozoën, d. h. also von Organismen, welche in stark mit organischen (fäulnisfähigen) Stoffen belastetem Wasser mehr oder weniger üppig gedeihen, nebenbei aber auch in reinerem Wasser noch ihr Fortkommen finden (vgl. 75, 76, 79, 94, 109—112, 114, 163, 165, 167). Ganz besonders mußte im genannten Jahr die größere Arten- und Individuenzahl der Wimperinfusorien auffallen, während die übrigen Protozoën und Protophyten die entsprechenden Mengen von 1905 kaum übersteigen. Weder in den nach Hunderten zählenden Planktonfängen, die ich in den voraufgegangenen Jahren untersucht hatte, noch in den Vergleichsfängen von 1905 habe ich solche Mengen von Ciliaten, hauptsächlich von *Paramecium* und mehr noch

Vergesellschaftung von Salz- und Süßwasseralgen.

Wasserblüte.

Saprobien

¹⁾ Im unteren Diluvialton aus einer Grube von Weningen bei Dömitz, ca. 100 Kilometer oberhalb unserer Fangstelle bei Gauert, finden sich fossile Reste eines ähnlichen Zusammenlebens von *Coscinodiscus* und *Melosira*. In Material aus den Sammlungen des Naturhistorischen Museums hat Herr SELK folgende Formen bestimmt: *Melosira granulata* (EHRB.) RALFS v. *spiralis* GRUN., *M. granulata Jonsensis* GRUN., *M. decussata* (EHRB.) KÜTZING, *M. lirata* (EHRB.) GRUN., *M. moniliformis* AG., *Coscinodiscus subtilis* (?) var. *odontophorus* GRUN., *C. fasciatus* A. S. = *C. Normannii* GREG, *C. Kützingii* A. S.

von *Stentor coerules* gesehen wie in den Fängen des Trockenjahres 1904. Das Mehr an Arten geht zur Genüge aus der großen Tabelle I sowie aus den Zusammenstellungen auf Seite 21—26 hervor. Bezüglich des quantitativen Vorkommens ist noch hervorzuheben, daß in den Oberelbfängen entschieden mehr Individuen beobachtet wurden als in denjenigen von der unterelbischen Station.

Nachfolgend habe ich eine Liste der hierher gehörigen bedingungsweise als Abwässerorganismen geltenden Tiere und Pflanzen (114 p. 540—3 und p. 547) samt ihrem Vorkommen zusammengestellt, die sicherlich noch erweitert werden könnte, wenn wir über die biologischen Verhältnisse vieler der in unseren Fängen festgestellten Lebewesen besser unterrichtet wären.

	1904.		1905.	
	obere Elbe	untere Elbe	obere Elbe	untere Elbe
Chlorophyceae:				
<i>Chlosterium acerosum</i>	—	—	✓	×
" <i>Leibleinii</i>	—	—	×	×
" <i>moniliferum</i>	—	—	×	—
Bacillariaceae:				
<i>Navicula cuspidata</i>	×	—	×	—
" <i>viridis</i>	×	×	×	×
<i>Pleurosigma attenuatum</i>	—	✓	×	×
<i>Cymbella cistula</i>	✓	—	—	—
<i>Encyonema ventricosum</i>	✓	✓	—	×
<i>Amphora ovalis</i>	×	×	×	×
" <i>pediculus</i>	—	×	×	—
<i>Gomphonema constrictum</i>	×	—	—	×
<i>Cocconeis pediculus</i>	×	×	×	×
" <i>placentula</i>	×	×	×	×
<i>Nitzschia acicularis</i>	×	×	×	×
" <i>communis</i>	×	×	—	—
" <i>palea</i>	×	×	×	×
" <i>sigmoidea</i>	×	—	×	×
<i>Hantzschia amphioxys</i>	×	—	×	—
<i>Cymatopleura solea</i>	×	×	×	×
" <i>elliptica</i>	×	×	×	×
<i>Synedra ulna</i>	×	×	×	×
<i>Cystopleura turgida</i>	—	×	—	×
<i>Oscillatoria brevis</i>	—	×	—	—
" <i>tenuis</i>	×	×	×	×

	1904.		1905.	
	obere Elbe	untere Elbe	obere Elbe	untere Elbe
Rhizopoda:				
<i>Hyalodisens guttula</i>	×	—	—	—
„ <i>limax</i>	×	×	—	—
<i>Amoeba princeps</i>	×	—	×	.
Heliozoa:				
<i>Actinophrys sol</i>	×	×	—	.
Mastigophora:				
<i>Oicomonas termo</i>	×	×	×	×
<i>Monas guttula</i>	×	—	—	—
<i>Anthophysa vegetans</i>	×	—	×	—
<i>Bodo angustatus</i>	×	.	—	—
„ <i>globosus</i>	—	×	×	×
<i>Pleuromonas jaculans</i>	—	—	×	—
<i>Englena deses</i>	✓	×	×	—
„ <i>oxynris</i>	—	×	×	—
„ <i>viridis</i>	×	×	×	.
<i>Peranema trichophorum</i>	✓	.	—	×
<i>Polytoma uvella</i>	×	.	.	—
Ciliata:				
<i>Enchelys pupa</i>	×	×	×	×
<i>Urotricha farcta</i>	—	×	—	—
<i>Lionotus fasciola</i>	×	×	×	—
<i>Loxophyllum meleagris</i>	×	×	—	—
<i>Chilodon cucullinus</i>	×	×	×	—
„ <i>uncinatus</i>	×	—	—	—
<i>Glaucoma scintillans</i>	—	×	—	×
<i>Colpoda cucullus</i>	×	×	—	—
<i>Colpidium colpoda</i>	×	×	—	—
<i>Paramaecium aurelia</i>	×	×	×	×
„ <i>putrinum</i>	×	×	—	—
<i>Spirostomum ambiguum</i>	×	—	—	—
„ <i>teres</i>	—	.	—	—
<i>Stentor coeruleus</i>	×	×	×	×
„ <i>polymorphus</i>	×	×	×	×
„ <i>Roeselii</i>	×	×	×	×
<i>Urostyla grandis</i>	—	×	—	—

	1904.		1905.	
	obere Elbe	untere Elbe	obere Elbe	untere Elbe
<i>Oxytricha spec.</i>	—	×	—	—
<i>Stylonychia mytilus</i>	×	—	—	×
<i>Enplotes Charon</i>	×	×	—	—
„ <i>harpa</i>	—	—	—	—
<i>Vorticella alba</i>	×	—	×	—
„ <i>campanula</i>	×	×	✓	×
„ <i>communis</i>	—	—	—	—
„ <i>microstoma</i>	—	×	—	—
„ <i>putrinum</i> ..	×	✓	×	×

Wie man sieht, weist dieses Verzeichnis derjenigen Organismen, welche für Abwasserbeimischung bis zu einem gewissen Grad als „Leitformen“ (75) Berücksichtigung verdienen, für das Jahr 1904 mit 59 Arten gegen 42 in den Fängen von 1905 einen augenfälligen Mehrbestand auf, während die Verteilung auf Ober- und Unterelbe 1904 mit 48:49 und 1905 mit 36:35 Arten doch eine recht gleichmäßige genannt werden kann.

Katharobien

Übrigens darf nicht unerwähnt bleiben, daß daneben auch einige Algen gefunden wurden, welche ausschließlich als „Organismen des reinsten (Quelle-)Wassers“ gelten und angeblich „keinerlei Wasserverunreinigung ertragen können“ (114 p. 544).

Es waren *Ceratoneis arcus* 1904 in der oberen, 1905 in der unteren Elbe; *Audouiniella chalybaea* 1904 und auch schon früher (1899 als *Chantransia* aufgeführt) in der oberen Elbe; *Phormidium autumnale* (bei MEZ als *Oscillatoria fontana* angegeben) in der unteren Elbe.

Selbstverständlich lege ich dem nur spärlichen Vorkommen dieser drei „Leitformen für reinstes Wasser“ keinerlei kritische Bedeutung bei, doch ist der Fall insofern bemerkenswert, als er immerhin zur Warnung davor dienen kann, einzelnen Organismenformen allzu bestimmt nach einer gewissen Richtung hin kritischen Wert beizumessen. Denn so wie die genannten und noch eine Reihe anderer Protisten im allgemeinen zwar typische Bewohner des reinen Wassers¹⁾ sind und trotzdem — wie unser Befund zeigt — doch auch im Wasser leben können, das größere Mengen gelöster organischer Substanz enthält, so wird gelegentlich auch manche echte Abwasserform in zweifelhaft reinem Wasser angetroffen. Maßgeblich zur biologischen Beurteilung eines Wassers kann immer nur das Vorkommen größerer Mengen einer solchen

¹⁾ Von KOLKOWITZ und MARSSON als Katharobien bezeichnet (79 p. 47).

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 33

kritischen Form und ihre Vergesellschaftung mit anderen Organismen von ähnlicher Lebensweise sein.

Zusammenfassung. Ein Rückblick auf die qualitative Untersuchung des Planktons ergibt als wichtigste Resultate:

- 1) Die Zahl der Pflanzen- und noch mehr der Tierarten war 1904 im untersuchten Stromabschnitt größer als 1905.
- 2) Von den Tierarten sind es hauptsächlich die Ciliaten, wohl größtenteils Saprozoen, die 1904 auch in größerer Individuenzahl beobachtet wurden. Die Verteilung der Saprozoenarten auf Ober- und Unterelbe war auffallend gleichmäßig, die größere Masseneinfaltung aber fand sich in den Oberelbfängen.
- 3) Im Jahre 1904 machte sich bei Schulan ein Vorrücken von marinen bzw. Brackwasserformen geltend, die im folgenden Jahr seltener auftraten oder z. T. gänzlich aus den Fängen verschwanden.

III. Die quantitative Untersuchung des Planktons.

Die quantitativen Bestimmungen des Zooplanktons erstrecken sich nur auf die Rädertiere und Krebse. Die Protozoen, von welchen fast allein die Wimperinfusorien in größeren Mengen vorhanden waren, mußten dagegen aus dem auf Seite 20 angeführten Grunde unberücksichtigt bleiben. Die Ergebnisse der Zählanalysen sind in den Tabellen II bis V übersichtlich geordnet.

Umfang der Bestimmungen.

Tabelle II enthält in ihrer oberen Hälfte die Resultate von 1904, in der unteren diejenigen von 1905. In der ersten Rubrik befindet sich ein Namensverzeichnis der gezählten Tiere und Tiergruppen, dann folgen 6 Rubriken für die 6 Fangtage jeder Periode. Jede dieser 6 Rubriken ist nach den beiden Stationen „obere und untere Elbe“ in zwei Hauptkolonnen geteilt, von denen die Kolonne „untere Elbe“ wieder nach den drei Querschnittsfangstellen in die drei Unterabteilungen für Nordseite, Mitte des Fahrwassers und Südseite des Stroms zerfällt. Zwar habe ich alle Arten einzeln gezählt, doch hielt ich es des leichteren Überblicks wegen für angemessen, in den Tabellen II—IV nur die wichtigeren Arten einzeln anzuführen, die weniger häufigen aber in geeigneten Gruppen zu vereinigen. Die Zahlen sämtlicher Tabellen sind auf den Raummeter Wasser berechnet.

Tabelle III zeigt dieselbe Anordnung wie Tabelle II, jedoch mit dem Unterschied, daß die Zahlen in der Kolonne für die Unterelbe jedesmal die Mittelwerte aus den drei Fängen von Nordseite, Mitte und Südseiteangaben.

Tabelle IV zerfällt — abgesehen vom Namensverzeichnis — in zwei Hauptrubriken. In der ersten sind die Mittelwerte aus den Fängen der oberen und der unteren Elbe unter sich getrennt für die beiden Fangperioden gegenübergestellt, in der zweiten werden die Mittelwerte aus allen Fängen von beiden Stationen periodenweise verglichen.

Tabelle V bringt das Resultat aus einem Kontrollfang im Indiahafen vom 10. Oktober 1905 mit getrennter Aufführung der Rotatorienarten und einer besonderen Spezialisierung von *Bosmina longirostris cornuta* (siehe auch 191 p. 249). Die Tabelle zeigt den großen Planktonreichtum des Hafenbeckens gegenüber dem freien Strom, wie ihm ähnlich SCHORLER (166 p. 22) im König Albert-Hafen bei Dresden beobachtet hat.

Mengen-
verhältnisse.

Bei einer Durchsicht der Tabellen II bis IV wird sofort der ganz erheblich größere Reichtum des Tierbestandes von 1904 gegenüber 1905 auffallen. Tatsächlich übertrifft er, trotz der etwas vorgerückten Jahreszeit, sogar noch die Hochsommerproduktion früherer Jahrgänge (198 p. 133—149). Vergleicht man weiterhin die beiden Hauptgruppen der Tiere in den drei Tabellen, so ergibt sich im quantitativ bearbeiteten Material für 1904 ein besonderes Vorwalten der Rädertiere, 1905 dagegen ein solches der Kruster, letzteres jedoch nur in der Unterelbe. Hier ist im letztgenannten Jahr das Überwiegen der Kruster allerdings so stark gewesen, daß dadurch die Durchschnittsziffer des gesamten Zooplanktons der Unterelbe (2 216 500) derjenigen der Oberelbe (1 466 000) überlegen war, während umgekehrt 1904 die Produktion der Oberelbe (4 037 500) die der Unterelbe (3 055 500) übertraf. In der Oberelbe blieben die Kruster stets in der Minderzahl, und zwar nicht nur 1904 und 1905, sondern in allen Jahren, in welchen ich die obere Elbe untersucht habe (vergl. 198 die Tabellen 4, 9, 10 und Tafel VI).

Wie weit die verschiedenen Arten am Zustandekommen des Gesamtergebnisses beteiligt sind, geht zwar schon aus dem Inhalt der Tabellen II—IV hervor, doch bedürfen die nackten Zahlen zum Teil noch einer näheren Erläuterung.

1. Die Rotatorien. Die in den beiden Fangperioden beobachteten Arten der Gattungen *Floscularia*, *Oecistes* und *Conochilus*, *Philodina*, Rotifer und *Actinurus*, dann *Asplanchna*, *Notommata* und andere Illoricateen,

im Sommer 1901 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 35

ferner *Coelopus*, *Dinocharis*, *Catypna*, *Monostyla*, *Colurus* und *Metopidia*, *Pterodina* und *Pompholyx*, die meisten *Brachionus*-arten, *Schizocerca* und *Notholca* wie auch *Anapus* und *Gastropus* spielten jede für sich eine so untergeordnete Rolle, daß ihre spezielle Aufzählung in den Tabellen unterbleiben konnte. Auch die *Synchaeten*, ferner *Polyarthra* und selbst noch *Anuraea cochlearis* vermochten die Gesamtzahlen beider Perioden nur wenig zu beeinflussen, während *Anuraea tecta* schon mehr ins Gewicht fiel, und *Triarthra breviseta* wie auch *Brachionus angularis* wenigstens 1904 zu wichtigen Faktoren wurden, dagegen 1905 auffallend zurücktraten. Dominierend war in beiden Perioden, hauptsächlich in der ersten Hälfte der Fangzeit, neben *Anuraea hypelasma* die Gattung *Mastigocerca*.

Eine nähere Betrachtung der einzelnen Arten ergibt folgendes. Von den *Synchaeta*-arten, die überhaupt nur in bescheidenen Mengen auftraten, war sowohl in der oberen wie auch in der unteren Elbe *S. tremula* vorwiegend.

Polyarthra platyptera kam an beiden Örtlichkeiten etwas häufiger vor; bei Schulau, wo sie sogar einmal mit 784 000 Exemplaren im Kubikmeter auftrat, wurde sie überhaupt in größeren Mengen gefangen als oberhalb der Trennung von Norder- und Süderelbe.

Triarthra breviseta, die in früheren Jahren zu den weniger häufigen Erscheinungen gehörte und nur im Hochsommerplankton in zählwürdiger Menge zu finden war, kam in unerwarteter Weise in den Fängen vom 9., 13 und 20. September 1904 aus der Oberelbe und am letztgenannten Tag auch im ganzen Querschnitt der Unterelbe zur Geltung, wo sie an der Südseite mit 1 061 000 Exemplaren im Rammeter beobachtet wurde. *Tr. longiseta* und *Tr. mystacina* wurden zwar in den meisten Fängen, aber immer nur vereinzelt gefunden.

Mastigocerca capucina, *carinata*, *elongata*, *stylata* und andere Arten bildeten in ihrer Gesamtheit einen hervorragenden Bestandteil des Planktons beider Fangperioden, und zwar 1904 in allen Septemberfängen, 1905 dagegen nur bis zum 19. des genannten Monats. Bereits bei unseren Untersuchungen in den Jahren 1899 bis 1902 hatte ich Gelegenheit, diese Gattung als einen wichtigen Faktor des Hochsommerplanktons der oberen Elbe kennen zu lernen, das aber damals schon im ersten Drittel des August das Maximum seines Vorkommens überschritten hatte. In den Hafengebieten blieb die Gattung überhaupt nur eine nebensächliche Erscheinung.

Brachionus angularis war die einzige Art ihrer Gattung, die an beiden Stationen — wenigstens vom 9. bis 20. September 1904 — in größerer Menge zu finden war, dann aber in der Oberelbe zurücktrat, um

dort am 30. September und bei Schulau am 10. Oktober fast ganz zu verschwinden. Im darauf folgenden Jahr fand sich dieses Rädertier zwar in allen Fängen, indessen blieb sein Vorkommen durchweg von geringerer Bedeutung. Bemerkenswert war die schwache Zahl der übrigen in der Elbe heimischen

Brachionusarten. Dies war besonders für *B. pala* und seine Abart *amphiceros* auffallend, weil beide Formen für gewöhnlich zu den häufigeren Planktontieren des Untersuchungsgebiets gehören.

Anuraea cochlearis ist zwar in allen Fängen beider Perioden vorgekommen, doch blieb die typische Form ohne wesentlichen Einfluß auf den Gesamtcharakter des Planktons, während die Abart

A. tecta für beide Stationen, hauptsächlich für den Querschnitt bei Schulau, bedentsamer wurde und allerwärts den dritten Platz unter den Rotatorien beider Jahre behauptete. Auch in unserem älteren Planktonmaterial war *A. tecta* eins der häufigsten Tiere und stets vorwiegend gegenüber *A. cochlearis*.

A. hypelasma. Diese kleinste und zarteste unserer Anuraeen — sonst in der Elbe eine angesprochene Hochsommerform — ist in den Septemberfängen 1904, hauptsächlich von der oberen Elbe bei Gauert, in so großen Mengen festgestellt worden, daß gegen dieses Vorkommen selbst die in der wärmsten Zeit von 1900 und 1901 beobachteten *Maxima* weit zurücktreten. Obwohl sie 1905 im Mittelwert nur mit 30½ % des vorjährigen mittleren Bestandes erschien, blieb sie doch auch in diesem Jahr das führende Rotator und überflügelte am 5. September mit 2 976 000 Individuen und am 12. mit 1 296 000 auf der Südseite des Schulauer Reviers immer noch die reichsten Fänge vom 9. Juli (965 000) und 2. August (1 204 000) 1901 aus der oberen Elbe. Eigentümlich war in beiden Jahren das im ganzen seltene Vorkommen von

A. aculeata, die sonst mit Ausnahme der heißesten Jahreszeit das ganze Jahr hindurch in den quantitativen Fängen früherer Jahre gezählt wurde. In den entsprechenden Fängen der beiden letzten Jahre schien sie mehrfach ganz zu fehlen, während sie in allen qualitativen Fängen, bei welchen ja auch sehr viel größere Wassermengen in Betracht kommen, in geringer Anzahl gefunden wurde.

Alle anderen in den Fängen von 1904 und 1905 vertretenen Rotatoriengattungen, von denen übrigens die Arten von *Asplanchna*, *Pompholyx*, *Schizocerca*, *Notholca*, *Anapus* und *Gastropus*, gleich denen in den Tabellen II bis IV spezialisiert, ständige Planktontiere sind, haben auch in den früheren Analysen des Elbplanktons immer nur eine untergeordnete Stellung eingenommen.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 37

Ein Rückblick auf das quantitative Vorkommen der Rädertiere zeigt in der oberen Elbe sowohl für 1904 wie auch für 1905 vom ersten bis zum letzten Fangtage, entsprechend dem allmählichen Sinken der Wasserwärme in dieser Jahreszeit (198 Tabellen 4—7 u. Taf. 1—6), einen ununterbrochenen Rückgang des Gesamtbestandes. In ähnlicher Weise kommt diese Erscheinung speziell auch bei den zwei Hauptkomponenten des Rädertierplanktons, bei der Gattung *Mastigocerca* und bei *Anuraea hypelasma* zur Geltung, wie aus nachstehender Übersicht leicht erkennbar wird.

	<i>Mastigocerca</i> ,	<i>Anuraea</i> <i>hypelasma</i> ,	Die Rädertiere zusammen
1904, 9. Sept.	2 132 000	3 478 000	7 540 000
13. "	1 258 000	3 785 000	6 999 000
20. "	1 126 000	3 050 000	6 255 000
27. "	410 000	972 000	1 923 000
30. "	343 000	301 000	1 000 000
11. Okt.	56 000	12 000	456 000
1905, 5. Sept.	2 672 000	2 967 000	6 448 000
10. "	804 000	516 000	1 660 000
19. "	128 000	48 000	416 000
26. "	24 000	4 000	120 000
3. Okt.	g. ¹⁾	g.	72 000
10. "	4 000	—	64 000

Anuraea hypelasma erreichte 1904 erst am 13. September ihr Maximum, um von da ab dem unaufhaltsamen Rückgang zu folgen. Wenn bei den in geringeren Mengen auftretenden Formen mit dem Abkühlen des Wassers zwar ebenfalls die charakteristische Verminderung ihres Bestandes eintritt, so läßt sich bei ihnen doch nicht ein so ununterbrochener Rückgang nachweisen, wie bei *Mastigocerca* und *Anuraea hypelasma*. Sicherlich hängt diese Erscheinung damit zusammen, daß sich bei kleineren Mengen Zufallswirkungen verhältnismäßig stärker bemerklich machen als bei großen Massen.

Naturgemäß kommt der allgemeine jahreszeitliche Niedergang der Rädertiere sowohl an der oberen wie an der unteren Station in der Hauptsache gleichbleibend zur Geltung, doch geschieht dies bei Schulan ans den bereits besprochenen Gründen (vgl. p. 8 u. 9) nicht mit der im oberen Untersuchungsgebiet beobachteten Stetigkeit.

¹⁾ „g.“ bedeutet in allen Tabellen „gesehen“, aber nicht in zählwürdigen Mengen beobachtet.

2. **Die Kruster.** Ganz besondere Beachtung verdient das quantitative Verhalten der Kruster, von denen indessen eigentlich nur zwei Arten von Bedeutung sind.

Eurytemora affinis (190 p. 302) ist ein ausgesprochenes Unterelbtier, das dem Zooplankton des Stromes von der Altonaer Reede abwärts bis nach Cuxhaven, also bei dem verschiedensten Salzgehalt des Wassers, seinen spezifischen Charakter verleiht. Von diesem Spaltfußkrebseben findet man zeitweise ungeheure Schwärme, die in ihrer wechselnden Dichtigkeit vollständig den Eindruck von hellen bräunlich-grauen Wolken hervorbringen.¹⁾ Man begegnet diesen Schwärmen zwar auch im Fahrwasser, häufiger indessen in muldenartigen Vertiefungen außerhalb des eigentlichen Fahrwassers und in den flachen Strichen der Uferzonen. Dies ist hauptsächlich auf der Südseite des Fahrwassers der Fall, wo sich Sandbänke („Sande“ genannt) befinden, in deren Gebiet wir auch die Brutstätten der Art zu suchen haben. Als hervorragende Fischnahrung, besonders auch für Jungfische, wird *Eurytemora affinis* zum wirtschaftlich wichtigsten Planktontier der Unterelbe. In ihm sind zugleich auch große Mengen der durch die Sielansflüsse dem Wasser zugeführten organischen Abfallstoffe wieder zu lebender Substanz verkörpert.²⁾

Bis jetzt habe ich zwei Produktionsmaxima bei *E. affinis* feststellen können, das eine im Frühling, das mit der Wanderung der Junglachse durch die Unterelbe nach der Nordsee zusammenfällt, und das zweite im Spätsommer oder Herbstanfang. Im Auftreten beider Maxima können indessen zeitliche Verschiebungen vorkommen, die wohl in der Hauptsache mit den Schwankungen der Wasserwärme zusammenhängen. Wahrscheinlich trägt dieser Umstand an der verhältnismäßig geringen Ausbeute von *Eurytemora* in der Fangperiode 1904 die Schuld, gegenüber den reichen Fängen des folgenden Jahres. Indessen ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß auch im September 1904 große Schwärme zwar vorhanden, doch nur zufällig nicht bei der Fangstation

¹⁾ Diese Wolken werden, ebenso wie *Coscinodiscus* (vgl. p. 29), von Unwissenden als Elbschmutz erklärt und außerdem merkwürdigerweise von vielen Fischern für Fischrogen gehalten.

²⁾ Wir müssen die frei lebenden Copepoden, obschon ihre Hauptnahrung aus Planktonalgen besteht, als Omnivoren ansehen, die neben anderen kleinen Planktontieren ihre eigene Brut nicht verschonen und nebenbei auch den Genuß von organischem Detritus nicht verschmähen (VOSSELER, die Krebsfauna unserer Gewässer in 217, I. p. 325—378). Wenn wir uns nun an die teilweise direkte Aufnahme und Umbildung von im Wasser gelösten organischen Stoffen durch Planktonalgen erinnern (6, 7, 9, 10, 105, 138), die, wie eben gesagt, die Hauptnahrung der Copepoden bilden, so folgt daraus, daß auch unsere *Eurytemora* teils direkt, teils auf dem Umweg durch Planktonalgen Zersetzungsprodukte des Sielwassers zum Aufbau ihres Körpers verwendet.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 39

zu bemerken waren, weil die Schwärme, wenn einmal in der Strömung, auch naturgemäß mit dieser abwärts treiben.¹⁾

Bemerkenswert ist der unverkennbare Einfluß, den die in der Ausbildung fortgeschrittenen Eurytemoren durch ihre Ernährungsweise auf den Rotatorienbestand des Planktons ausüben, denn obschon (vgl. Fußnote auf voriger Seite) sie sich vorwiegend von Planktonalgen, speziell von Diatomaceen, ernähren, verzehren sie doch auch Planktontiere und unter diesen Rotatorien. Daher kommt es auch, daß man in Fängen, die reich an Eurytemora sind, oft auffallend wenige Rädertiere sieht. In der oberen Elbe wurde der Kruster immer nur vereinzelt, niemals aber in zählwürdigen Mengen gefunden.

Bezüglich des quantitativen Auftretens der Nauplien von Eurytemora affinis konnte in den kurzen Fangperioden irgend welche Gesetzmäßigkeit nicht erkannt werden.

Cyclops viridis (190 p. 295) war der einzige Vertreter der Copepoden, der in den Fängen aus der Oberelbe mehrfach gesehen und auch gezählt wurde, während er aus der unteren Elbe ebensowenig wie die übrigen Copepoden der Tabelle I zur Zählung kam.

Bosmina longirostris cornuta (191 p. 242—250). Wie Eurytemora für die Unterelbe, so ist dieser Wasserfloh der als Fischnahrung wichtigste Krebs für die Becken des Hafengebietes. In der Unterelbe ist sein Erscheinen zuweilen ebenfalls auffallenden Schwankungen unterworfen. Meistens ist er hier nicht sehr zahlreich, dann aber plötzlich wieder in solchen Mengen vorhanden, wie sie oberhalb Hamburgs niemals im Strom gefunden wurden. Die Erklärung für diese Schwankungen im Auftreten der *Bosmina*, und damit zum Teil auch im gesamten Planktonbestand der Unterelbe, auf die ich bereits mehrfach hingewiesen habe, dürfte sich aus folgender Beobachtung ergeben.

Am 10. Oktober 1905 veranlaßte mich das unerwartet starke Vorkommen von Bosminen bei Schulau, nach Erledigung der planmäßigen Arbeiten an dieser Stelle noch eine Sonderfahrt nach verschiedenen Häfen zu machen, um womöglich die Quelle dieser Erscheinung zu finden. Im Indiahafen herrschte denn auch, wie vermutet, noch ein hervorragender Planktonreichtum. Die Analyse eines im inneren Teil

Spülung der
Hafenbecken
durch die Tiden.

¹⁾ Gerade zur Zeit der Niederschrift dieses Abschnittes trat in der Elbe der Fall ein, daß, nachdem schon seit einigen Tagen das massenhafte Erscheinen der Krebschen aufgefallen war, am Morgen des 1. Mai unterhalb Altonas große Mengen von ihnen gesehen wurden, wogegen sie am Abend desselben Tages an dieser Stelle wieder verschwunden waren. Dafür fanden sich am 2. Mai kurz nach Mittag dichte Schwärme bei Finkenwärder, von denen ich durch unseren Mitarbeiter, Herrn Dr. v. BRUNN, reiches Material erhalten habe. Am 12. Mai sah ich kurz vor Mittag wieder dichte Schwärme in der Uferregion oberhalb der Schulauer Zuckerraffinerie.

des Hafens vorgenommenen Quantitativfanges ergab 502 000 Rädertiere und 11 568 000 Kruster, darunter allein 11 040 000 Bosminen, während an diesem Tag bei der Oberelbstation nur noch 64 000 Rädertiere und 1900 Kruster im Kubikmeter Wasser nachzuweisen waren. Damit war also der Beweis geliefert, daß das ephemere Auftreten größerer Mengen dieser Krebschen im freien Strom bei Schulan aus einem der Hafenbecken — die, wie ich früher gezeigt habe (198 p. 85), in ihrer Planktonproduktion unabhängig voneinander sind — herzu-leiten war. Da in den vorausgegangenen Tagen Fluthöhen bis zu sechs Meter bei schließlich nur knapp drei Meter Niedrigwasser gemessen waren, so war hierdurch auf eine erst kürzlich erfolgte Herausspülung der Bosminen in den freien Strom zu schließen, und hierfür sprach auch noch ihre wenig fortgeschrittene Verteilung im Querschnitt bei Schulan, denn dort fand ich am Nordufer 12 800, auf der entfernten flachen Südseite nur 9300, dagegen in der Mitte des Fahrwassers 434 400 Individuen im Kubikmeter Wasser. Die zugleich mit den Bosminen ausgespülten Rotatorien machten sich bei Schulan nicht mehr sehr bemerklich, wahrscheinlich weil viele von ihnen bereits unterwegs von Eurytemoren vertilgt waren (vgl. p. 38 und 39). — In der oberen Elbe ist *Bosmina longirostris cornuta* zwar stets der dominierende Planktonkrebs, doch erhebt sich trotzdem sein Bestand das ganze Jahr hindurch nie über sehr bescheidene Zahlen (vgl. auch 198 p. 83, 133—135 und Tafel VI).

Gleichmäßige
Verteilung der
Bosminen.

Während *Eurytemora affinis* einen bemerkenswerten Hang zur Schwarmbildung zeigt, konnte ich in unserem Arbeitsgebiet ähnliches bei *Bosmina* nicht erkennen, wenigstens ergaben meine in dieser Richtung angestellten Untersuchungen keine darauf hindeutenden Resultate.

Stufenfänge.

Sogar Stufenfänge, die ich früher schon mit der Planktonpumpe im inneren Grasbrookhafen innerhalb einer Stunde ausgeführt hatte, ließen für die ganze Höhe der durchpumpten Wassersäule keine sehr erheblichen Unterschiede in der Tiefenverteilung des Krusters wahrnehmen. Diese Stufenfänge¹⁾ ergaben in

0—1 Meter Tiefe	2 709 000	im Raummeter,
1—2 " "	2 749 000	" "
2—3 " "	2 590 000	" "
3—4 " "	1 927 000	" "
4—5 " "	2 356 000	" "
5—6 " "	2 078 000	" "

¹⁾ Nebenbei wird durch dieses Ergebnis die Brauchbarkeit der Planktonpumpe selbst für engbegrenzte Stufenfänge demonstriert.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 41

Da an jenem Morgen im Grasbrookhafen eine Bewegung größerer Fahrzunge nicht stattgefunden hatte, und auch der Barkassenverkehr nur ganz unbedeutend war, kann die Erklärung für diese verhältnismäßig homogene Verteilung nicht in einem gewaltsamen mechanischen Vermischen etwa vorhanden gewesener Schwärme gesucht werden; man muß vielmehr annehmen, daß die Verteilung im großen und ganzen eine von der Wasserbewegung wenig beeinflusste gewesen ist.¹⁾

Alle übrigen an der oberen wie an der unteren Fangstation beobachteten Cladoceren der Tabelle I waren so wenig häufig, daß auf die Anzählung der einzelnen Arten, wie bei der Mehrzahl der Copepoden, verzichtet wurde.

3. Verteilung des Planktons im Stromquerschnitt. Während in dem Abschnitt oberhalb Hamburgs die Verteilung des Planktons auf die ganze Breite des Stromes, wie schon meine früheren Versuche gezeigt hatten, im wesentlichen eine gleichmäßige ist, kann dasselbe von der unteren Elbe durchaus nicht behauptet werden. Die quantitativen Ergebnisse aus den hier gemachten Fängen rechtfertigen vielmehr vollständig die Festlegung von verschiedenen Fangstellen im Stromquerschnitt der unteren Station.

Dieser Unterschied in der Mengenverteilung beruht hauptsächlich auf der großen Verschiedenheit der Bodenprofile des Stromes an beiden Lokalitäten. An der oberen Station kommt, bei nur 500 Meter Strombreite, ein verhältnismäßig breites, nur drei bis vier Meter tiefes Fahrwasser — das nur für die Flußschiffahrt berechnet ist — in Betracht, während das früher acht, jetzt zehn Meter tiefe, für den Verkehr von Seeschiffen angebaggerte Fahrwasser der Unterelbe in der Gegend der Fangstation mit ca. 200 Meter Breite bei einem Stromquerschnitt von ungefähr zwei Kilometern nur einen verhältnismäßig kleinen Bruchteil der gesamten Breite der Wasserfläche ausmacht. Demnach treten in der Oberelbe Tiefenunterschiede weniger hervor als in der Unterelbe. Aus diesem Grunde begegnen wir in der Elbe oberhalb Hamburgs — von der Tidenwirkung ganz abgesehen — einer von Ufer zu Ufer wenig differierenden Strömungsgeschwindigkeit, während die (Ebbe-) Strömung im Fahrwasser der Unterelbe wesentlich rascher erscheint als die der flachen Uferzonen. Hauptsächlich macht sich dies nach dem Südufer hin bemerklich, wo noch vorgelagerte Sandbänke mit

¹⁾ Verschiedene Forscher haben bekanntlich in tieferen Seen (15, 34, 206), FRANCE auch in dem an Tiefe unseren Häfen ähnlichen Plattensee (37) und STEUER in der alten Donau bei Wien (180) ein Aufsteigen der Planktonkruster bei Nacht und Tieferwanderung derselben bei Tag festgestellt, während dies EKMAN in nordischen Seen nicht beobachten konnte (30).

ihren Stromschatten und muldenartige Vertiefungen eine besondere Rolle für die Wasserbewegung spielen. Weiterhin werden hier die Strömungsverhältnisse noch durch gewisse Unregelmäßigkeiten in der Tidenbewegung (vgl. p. 8) und — bei der Breite der Wasserfläche — auch durch Windrichtung und Windstärke kompliziert, während dem Schiffsverkehr keine eingreifende Wirkung an dieser Örtlichkeit beizumessen ist.

Wären die Strömungsverhältnisse einfachere, und hätten wir in der unteren Elbe, wie bei Gauert, nur mit dem in der Strömung von oben her zugeführten Plankton zu rechnen, so würde hier voraussichtlich der größere Reichtum an Plankton im Fahrwasser herrschen, wie es z. B. am 13. September 1904 und am 10. Oktober 1905 tatsächlich der Fall gewesen ist. Berücksichtigt man den Umstand, daß die beiden Fangserien (vgl. Tab. II Rubr. untere Elbe d. d. 13. 9. 04 und 10. 10. 05) bei vorgerückter Ebbe (in welchem Stadium der Tide also die störende Wirkung der vorausgegangenen Flut auf den Zug des Planktons sich nicht mehr geltend machte) erzielt wurden, so scheint ihre quantitative Beschaffenheit um so mehr die eben ausgesprochene Ansicht zu bekräftigen, als es ja für den mittleren Fang vom 10. Oktober 1905 gelungen war, die Herkunft seines relativen Planktonreichtums direkt nachzuweisen (p. 39). Wiederholter Tidenwechsel mag nach und nach einen gewissen Ausgleich des Planktongehaltes für den ganzen Stromquerschnitt einleiten, weil aber bei Schulan nicht nur mit den von oben her zugeführten Planktonmassen, sondern zeitweilig auch noch mit einer sehr erheblichen Eigenproduktion der Unterelbe (vgl. p. 38) zu rechnen ist, so sieht man vielfach alle theoretischen Voraussetzungen durchquert und begegnet Verschiebungen in der quantitativen Verteilung der Schwebeorganismen, die sich — wie ein Blick auf Tabelle II lehrt — jeder Anstellung von Regeln entziehen.

Überblick der
quantitativen
Resultate.

4. **Zusammenfassung.** Fassen wir das Wesentliche aus den Mengenbestimmungen des Zooplanktons beider Fangperioden zusammen, so ergibt sich folgendes:

- 1) 1904 wurden im Mittel aller Fänge in Ober- und Unterelbe fast das Doppelte an Planktontieren wie 1905, und zwar 1904 dreimal so viel Rädertiere, aber viel weniger Kruster als 1905 beobachtet.
- 2) 1904 herrschte in der Oberelbe ein größerer Reichtum an Zooplankton als in der Unterelbe, 1905 dagegen zeigten sich in letzterer mehr Planktontiere als an der oberen Station.
- 3) In der Oberelbe überwogen in einem gewissen Gleichmaß die Rädertiere, und zwar derart, daß sie in jedem der Fänge in

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 43

der vielfachen Menge der Kruster vorhanden sind; in der Unterelbe aber begegnen wir im Mengenverhältnis beider Tiergruppen zueinander nicht selten zeitweiligen großen, lokalen Schwankungen, vielfach mit Vorherrschaft der Kruster.

- 4) Diese Schwankungen werden durch periodisches Auftreten riesiger Schwärme von *Eurytemora affinis* und durch Tiden-spülungen der planktonreichen Hafenbecken (*Bosmina longirostris cornuta*) hervorgerufen.
- 5) In der Oberelbe ist die Mengenverteilung des Zooplanktons auf die ganze Strombreite ziemlich gleichmäßig, in der Unterelbe dagegen ist sie örtlich und zeitlich sehr ungleich.
- 6) Durch den höheren Krebsbestand in der Unterelbe überwiegt hier ganz allgemein die Summe der im Plankton lebenden Tier-substanz gegenüber derjenigen in der oberen Elbe. Darans ergibt sich, daß das Plankton der Elbe unterhalb der Städte Hamburg und Altona reicher an tierischer Fischnahrung ist als oberhalb derselben.

IV. Wert der Planktonkrebse als Fischnahrung.

Im Anschluß an die Ermittlung der Individuenzahl der Plankton-tiere habe ich noch einige chemische Wertbestimmungen von *Eurytemora affinis* und *Bosmina longirostris cornuta* vorgenommen, weil wir diese beiden als die zur Ernährung der Elbfische wichtigsten tierischen Planktonten ansehen müssen. Bei dieser Arbeit wurden indessen nur die zur Bewertung der Krebschen als Fischnahrung wichtigen Stoff-gruppen, aus welchen ihr Organismus aufgebaut ist, berücksichtigt.¹⁾ Dabei gewährt es einen besonderen Reiz zu zeigen, bis zu welchen er-staunlichen Gewichtsmengen die Massenentfaltung dieser winzigen Tierchen zu führen imstande ist. Das Material zu den Analysen lieferte für *Eurytemora* der Stromquerschnitt bei Schulau und für *Bosmina* der Indiahafen.

Chemische
Wert
bestimmung

Während die Albuminate und Fette bei *Bosmina*, die überhaupt reicher an Trockensubstanz ist, in größeren Mengen auftreten als bei *Eurytemora*, zeigen sich Chitin- und Aschegehalt beider Arten, wie aus nachstehender Tabelle zu ersehen, nur sehr wenig verschieden.

¹⁾ So ist z. B. unter Chitin nicht Reinchitin zu verstehen, sondern die Panzer-substanz einschließlich der eingelagerten Mineralstoffe.

Die Untersuchung ergab für 100 Gewichtsteile

	Eurytemora	Bosmina
Wasser	— 87,360	— 82,141
Muskel- und andere Gewebe	9,920	13,899
Fett	0,784	1,905
Chitin	1,400	1,466
Mineralsalze ¹⁾	0,536	0,589
Gesamte Trockensubstanz . .	— 12,640	— 17,859
	100,000	100,000

Der Größenunterschied beider Krebschen findet selbstverständlich auch in ihrem Körpergewicht entsprechenden Ausdruck: eine Eurytemora wog im Durchschnitt 0,064, eine Bosmina nur 0,0086 Milligramm, also nur annähernd den 7,5^{ten} Teil von erstgenannter, und es gehen demnach auf einen Gramm 15 625 Eurytemoren und 116 279 Bosminen. Indessen sei hier gleich ausdrücklich bemerkt, daß diese Gewichtsverhältnisse, ebensogut wie bei anderen Lebewesen, mit den jeweiligen Ernährungsbedingungen großem Wechsel unterworfen sein können.

Gewichtsschätzung der Bosminenmenge im Indiahafen.

Wie ich bereits auf Seite 40—41 ausgeführt habe, sind die Bosminen in den von ihnen bewohnten Hafenbecken so gleichmäßig verteilt, daß es nicht schwer hält, durch Kombination der Zählergebnisse (vgl. Tabelle V) mit den gewichtsanalytischen Resultaten eine klarere Vorstellung von ihrem biologischen Wert zu geben, als dies die Zählanalyse für sich allein zu leisten vermag. Am 10. Oktober 1905 waren für den Kubikmeter Wasser des inneren Indiahafens 11 040 000 Bosminen ermittelt, und zwar bis zu einer Tiefe von sieben Metern. Das Gewicht dieser 11 040 000 Tiere betrug 94,944 Gramm. Da nun die innere Hälfte des genannten Hafenbeckens bei ca. 150 Meter Breite 300 Meter lang

¹⁾ Öfters enthält die Asche von Eurytemora affinis auch variable Mengen von Eisen, das sich vermutlich in den Chitinpanzern älterer Tiere, ähnlich wie bei Arcella und anderen Protozoen, als Ferrihydrat eingelagert hat. Da bekanntlich bei dem Zerfall der Eiweißstoffe abgestorbener Organismen in Gegenwart von Eisen Schwefel-eisen entsteht, haben wir hier im engsten Raume eine interessante Quelle minimaler Schwefeleisenbildung, die indessen, bei dem ungeheuren Eurytemoren-Reichtum der Unterelbe, im Laufe der Zeit nicht unerheblich zur gesamten Schwefeleisenablagernng im Strombett beitragen kann.

Neben diesem in anderer Form weit verbreiteten Vorgang der Schwefeleisenbildung (198 p. 73) spielt sich in dem außer Eisen auch Gips enthaltenden Elbwasser noch ein sehr wichtiger Prozeß ab, der auf einer Reduktion des Calciumsulfats durch Bakterienwirkung beruht und von dessen Endprodukten eines ebenfalls Schwefeleisen ist.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 45

ist, so würden zur Zeit des Fanges $300 \times 150 \times 7 = 315\,000$ Raummeter Wasser mit $94,944 \cdot 315\,000 = 2\,990\,736$ Gramm oder 29 907 Kilogramm lebender Krebschen, welchen 5341 Kilogramm Trockensubstanz entsprechen, für diesen Hafenteil zu berechnen sein.

Weit größer noch ist indessen der biologische Wert, welchen der Eurytemora-Bestand des Stromes unterhalb Hamburg-Altonas zur Zeit seiner Höchstentwicklung darstellt. Wenn diese Copepoden in der Unterelbe auch nicht annähernd so gleichmäßig verteilt sind wie die Bosminen in den verschiedenen Hafenbecken, so können wir doch immerhin die aus den Untersuchungen des Stromquerschnittes bei Schulan gewonnenen Mittelwerte einer abschätzenden Berechnung für die dort lebenden Massen der Planktonkrebse zugrunde legen. Im Mittel der hier in beiden Uferzonen und in der Mitte des Fahrwassers am 26. Sept. 1905 gemachten Fänge ergab die Untersuchung für den Raummeter 6 243 700 Individuen mit einem Gesamtgewicht von rund 400 Gramm lebender und 45 Gramm Trockensubstanz. Nehmen wir zu unserer Approximativberechnung ein quadratisches Stromstück von der Seitenlänge der hier vorhandenen Strombreite (2000 Meter) mit einer, sehr bescheiden geschätzten, mittleren Tiefe von nur drei Metern an, so würden wir für diesen kurzen Stromabschnitt eine Wassermasse von 12 Millionen Raummeter mit insgesamt 4 800 000 Kilogramm lebenden Eurytemoren haben. Nach Abzug des Wassergehaltes und des als Nährsubstanz nicht in Betracht kommenden Chitins würden dieser Gewichtsmenge an lebenden Tieren 540 000 Kilogramm wertvoller Trockensubstanz an Fleisch und Fett (einschließlich der Salze) entsprechen.

Besonders lehrreich erscheinen diese Ergebnisse, wenn wir sie mit den einschlägigen Verhältnissen an der oberen Elbstation vergleichen. Wie bereits durch meine früheren Arbeiten (198 vgl. Taf. VI) festgestellt und auch wieder durch die vorliegenden Untersuchungen bekräftigt wurde, ist das Wasser der Oberelbstation ständig sehr arm an Krustern. Eurytemora wird (vgl. p. 25) hier stets nur ganz vereinzelt angetroffen, und auch die übrigen Elbcopepoden kommen nur in geringer Zahl vor. Zum Vergleich bleiben uns daher nur die Bosminen übrig, von welchen selbst der reichste Fang, den ich überhaupt an dieser Stelle erbeutete, nur rund 10 000 Individuen im Kubikmeter ergeben hatte, die einem Gesamtgewicht von 0,086 Gramm entsprechen. Vergleichen wir dieses Ergebnis mit einem Befund von 94,944 Gramm Bosminen in einem Raummeter Wasser des inneren Indiahafens, so erkennen wir, daß der Gehalt dieses einen Raummeters an lebender Substanz gleichkommt dem von 1104 Raummetern aus der oberen Elbe.

Dieser Stoffvergleich der Bosminenbefunde aus dem im Sielwasserverteilungsgebiet liegenden Indiahafen mit dem äußerst dürtigen

Gewichtsschätzung der Eurytemorenmassen in der Unterelbe.

Armut an Krustern in der Oberelbe, Reichtum in Hafen und Unterelbe.

Bosminenbestand im „Reinwasser“ der Oberelbstation (die gewaltige Eurytemoraentwicklung im unteren Stromabschnitt findet hier oben überhaupt kein Analogon) liefert einen schlagenden Beweis dafür, in wie umfangreichem Maße Teile der organischen Abfallstoffe, welche durch die Sielwasserergüsse von Hamburg und Altona der Elbe zugeführt werden, sich allein schon in den beiden Krebsformen wieder in lebende Substanz umsetzen und somit in dieser als Fischnahrung auch dem menschlichen Haushalte nutzbringend werden.

Gegenüber den Planktonkrebsen treten die durchweg viel kleineren und an festen Stoffen ganz erheblich ärmeren Rotatorien und Protozoen des Planktons wirtschaftlich weit zurück, auch lassen sie sich ebenso wenig wie die Planktonalgen des Elbwassers quantitativ vom Detritus trennen und sind darum gewichtsanalytisch nicht zu bestimmen. Bezüglich der Planktonalgen ist dies um so mehr zu bedauern, als einige von ihnen (*Coscinodiscus*, *Melosira*) zu gewissen Zeiten in noch weit größeren Mengen auftreten als die Planktonkruster und dann ebenso wie diese zu einem wichtigen Fischnahrungsmittel werden.

V. Verhalten der Fische in der Trockenperiode.

Wanderungen
des Butts.

Gleich auf meiner ersten Untersuchungsfahrt im Jahre 1904, am 9. September, begegnete ich zwischen den Elbbrücken und der Filiale des Hygienischen Instituts auf der Kalthofe einer hier sonst fremden Erscheinung, einer Reihe von Butt Fischern bei ihrer Arbeit. Ich hörte von den Lenten, daß seit etwa 14 Tagen, also zur Zeit der höchsten Wasserwärme, der Butt aus dem eigentlichen Hafengebiet diese kleine Strecke stromaufwärts gewandert sei, sich zurzeit hier in großen Mengen aufhalte und, wie ich auch durch meine eigne Beobachtung belehrt wurde, auffallend gute Fänge liefere.

Auch noch am 12. September traf ich die Buttfischer, am 19. jedoch nicht mehr. Angeseheinlich hatten sich die Fische in der Zeit der größten Wasserwärme, die selbstverständlich bei dem niedrigen Wasserstand für die nähere Umgegend der Sielmündungen einen Rückgang des Sauerstoffgehaltes im Wasser bedeutete, diesem sauerstoffreicheren Stromabschnitt zugewandt, der zwar ebenfalls noch dem Sielwassergebiet angehört, in dem aber durch Tidenwirkung bereits eine gleichmäßigere Verteilung und größere Verdünnung der Abwässer stattgefunden hat. Mit dem Sinken der Wasserwärme zogen sich die Tiere alsbald wieder nach ihren nahrungsreicheren Standplätzen zurück.

Auffallend
große
Buttfänge.

Darans, daß in einem verhältnismäßig so beschränkten Stromabschnitt, wie ihm die Strecke zwischen den Elbbrücken und der Kalte-

hofe darstellt, wahrscheinlich der größte Teil der sonst auf weit umfangreichem Gebiet verteilt lebenden Butte zusammenkamen, erklären sich auch die auffallend reichen Fänge, welche die Fischer an dieser Stelle erbeuteten.

Genauere Angaben über den Umfang dieser Buttfänge verdanke ich Herrn Fischereinspektor LÜBBERT, dessen mir zur Verfügung gestellten Bericht ich hier im Original folgen lasse:

„Ende August fand ein Altenwälder Fischer, der seinen Hamen bei der großen Eisenbahnbrücke über die Elbe, oberhalb Hamburgs, ausgesetzt hatte, das Netz beim Einholen voll von Elbbutt. Daraufhin haben dann in der ersten Hälfte des September 30—40 Finkenwälder Buttjollen in der Norderelbe oberhalb Hamburgs, bei der Billwälder-Insel, mit Stellnetzen gefischt und ganz bedeutende Fänge, namentlich an großem Butt, erzielt. Mitte September, mit Eintritt der kälteren Witterung, waren die Butte plötzlich wieder verschwunden.

Nach Schätzungen der Fischer selbst sind auf der kleinen Stelle täglich 800 bis 1000 Stieg Butt gefangen worden; Ergebnisse von 50 Stieg in einem Zuge, bei Verwendung von 4 Stellnetzen von je 25 Faden Länge, waren nicht selten. Da der Fang etwa 14 Tage andauerte, so kann man annehmen, daß die Gesamtausbeute in dieser Zeit mehr als 12 000 Stieg à 20 Stück betragen hat.

Die Fänge wurden an den Altonaer Markt gebracht, wo die Preise infolge der großen Zufuhren natürlich sehr gedrückt waren, immerhin haben einige Fahrzeuge in der ersten Zeit 50 bis 60 Mark pro Tag verdient.“

Da nun, ähnlich wie oberhalb der Elbbrücken, gleichzeitig auch im Köhlbrand, wo unter normalen Verhältnissen auch nur wenig Butt gefangen wird, ebenfalls sehr gute Fänge gemacht wurden, so liegt die auch von Fischern ausgesprochene Vermutung nahe, daß die Hauptmenge der Butte aus dem oberen und mittleren Hafengebiet in der Norderelbe stromaufwärts, solche aber aus dem unteren Hafengebiet und der Gegend der Altonaer Reede nach dem nahegelegenen Köhlbrand gewandert waren.

Aus diesen Wanderungen des Butts geht übrigens hervor, daß er sich sehr wohl vorübergehenden Belästigungen, wie sie die ganzen abnormen Verhältnisse des Hochsommers 1904 mit sich brachten, zu entziehen weiß, und weiter, daß er vielleicht infolge seines Lebens am Grunde augenscheinlich zu den empfindlicheren Fischen in der Elbe gehört. Wenigstens konnte ich von ähnlichen Wanderungen der vielen anderen die Elbe bevölkernden Fischarten nichts in Erfahrung bringen.

Ebenso waren meine Erkundigungen nach etwa im Verlauf des Sommers in der Elbe beobachtetem Fischsterben von durchaus negativem Erfolg geblieben.

Absterben von
Fischfängen.

Das in der Einleitung erwähnte Absterben von Fischen im Bünns der Fahrzeuge (vgl. p. 5) ist daher lediglich auf eine relative Überfüllung zurückzuführen. Bei jeder solchen Überfüllung wird nicht allein der Sauerstoffvorrat des Bünnswassers durch den Atmungsprozeß der Fische verhältnismäßig rasch aufgezehrt, sondern es wird auch die Auswechselung des verbrauchten gegen frisches Wasser durch die Masse der Fische selbst auf ein Minimum herabgedrückt, weil diese die Löcher im Boden des Bünns zum großen Teil mit ihren Körpern verdecken. Und nicht nur der Sauerstoff schwindet durch den Atmungsprozeß, sondern es nimmt auch der Gehalt an freier Kohlensäure derart zu, daß die Tiere schließlich zugleich an Sauerstoffmangel und an Kohlensäurevergiftung sterben müssen. Weil die Atmungsgeschwindigkeit der Fische mit der Steigerung der Wasserwärme zunimmt, findet ein derartiges Absterben leichter im Hochsommer als zu anderer Jahreszeit statt, so daß eine reichliche Besetzung des Bünns bei 10° Wasserwärme ohne Schädigung verläuft, während eine Besetzung in gleicher Stärke bei 20° den Tod des ganzen Fanges zur Folge haben kann. Eine nicht zu unterschätzende Bestätigung dieser Erklärung lieferten mir übrigens zwei alte Seefischer mit der Aussage, daß sie unter ähnlichen Umständen selbst auf hoher See das Absterben ganzer Fänge erlebt hätten. Verständige Fischer helfen sich mit bestem Erfolg ganz sachgemäß dadurch, daß sie ihren Bünns nicht „übersetzen“, und, mit Stange oder Ruder umrührend, den Inhalt von Zeit zu Zeit in lebhafte Bewegung bringen.

VI. Rückblicke.

Organische
Stoffe.

Der Gehalt des Elbwassers an fäulnisfähigen organischen Stoffen war in der Trockenperiode des Jahres 1904 naturgemäß relativ höher als in wasserreicherer Zeit. Die Gründe hierfür sind darin zu erblicken, daß die vorübergehend so außerordentlich verringerten Wassermengen des Elbbettes unmöglich denselben Verdünnungsgrad der vermutlich zu derselben Zeit nicht geringer gewordenen Zufuhr von organischen Stoffen herbeiführen konnten, der bei normaler Wasserführung des Stromes erreicht wird.

Dieser Zustand machte sich ebensowohl bei Gauert, also weit oberhalb irgendwelcher Einwirkung von Sielwässern der Städte Hamburg, Altona und Wandsbek geltend, wie auch bei Schulan, wo die Anwesenheit von Sielwasserresten anzunehmen ist.

Der relative Zuwachs der organischen Substanz würde zweifellos in weit höherem Grade fühlbar geworden sein, wenn nicht die natürlichen Selbstreinigungsvorgänge (198 p. 73, 96 u. 97) im Strom einen großen Teil der zugeführten organischen Stoffe beseitigt hätten.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 49

Bei Schulan zeigte sich die Oxydierbarkeit durchschnittlich etwas höher als bei Ganert, doch kamen auch Tage vor, an welchen das Umgekehrte der Fall war.

Der Sauerstoffgehalt war im Durchschnitt in beiden Untersuchungsperioden gleich. Sauerstoff.

Infolge biologischer Überproduktion durch die hier stets in größeren Mengen vorhandenen Melosiren überstieg er in der oberen Elbe in allen entnommenen Wasserproben den nur durch Luftdruck und Wasserdwärme bedingten physikalischen Sättigungswert.

In den Proben der Unterelbstation blieb der Sauerstoffgehalt zwar in den meisten Fällen etwas hinter diesem physikalischen Sättigungswert zurück, doch überstieg er selbst am ungünstigsten Tage noch ganz erheblich die Menge, welche unsere sauerstoffbedürftigsten Fische, die Salmoniden, zur Atmung beanspruchen.

An einem Tage der Periode 1904 wurde auch bei Schulan eine geringe Sauerstoffübersättigung des Wassers nachgewiesen.

Der durchschnittlich geringere Sauerstoffgehalt der unteren Fangstation ist dadurch hervorgerufen, daß einerseits hier beheimatete, wichtige Sauerstoffproduzenten, die *Coscinodiscus*-arten, zur Zeit der Untersuchung schon stark im jahreszeitlichen Niedergang begriffen waren, während andererseits die Menge der Sauerstoffkonsumenten (darunter die Kruster) zum Teil die der Oberelbe sehr erheblich übertraf.

Der Chlorgehalt des Elbwassers erfuhr in der Trockenperiode — unabhängig von jedem Brackwassereinfluß — eine bedeutende Steigerung seiner für ein Binnengewässer schon außergewöhnlichen Höhe. Chlor.

Dieser hohe, für den Flußlauf unterhalb der Saaleeinemündung charakteristische Chlorgehalt entstammt den Fabrikationsabwässern der Kaliwerke und anderen Anlagen der Montanindustrie des Saalegebietes.

Weil die betreffenden Chloride durch diese Fabrikläugen dem Strom auch in der Trockenzeit unvermindert zugeführt wurden, mußte der Chlorgehalt um so mehr zu einem Gradmesser der Wasserarmut des Elbettes werden, als diese Chlorzufuhr nicht durch Selbstreinigungsvorgänge — wie bei den organischen Stoffen — eine teilweise Beseitigung erfahren konnte.

Die Vermehrung der aus dem oberen Flußlauf zugeführten Chloride durch solche aus den städtischen Siewässern entzog sich selbst in dieser wasserarmen Zeit dem analytischen Nachweis. Ebenso wenig ließ sich an den Beobachtungstagen ein Vordringen von Brackwasser bis zum Stromquerschnitt oberhalb Schulan auf chemischem Wege nachweisen.

Uferzone.

Die Beschaffenheit der Ufer zeigte, abgesehen von dem durchschnittlich niedrigeren Wasserstand in der Trockenzeit, in den beiden Untersuchungsperioden keinerlei merkliche Unterschiede; ebenso wenig ließen sich Veränderungen gegenüber früheren Befunden (198 p. 74) erkennen. Auch die Fauna des Grundes (a. a. O. p. 74—78) hatte ihr Verhalten nicht geändert.

Plankton.

Im Plankton des Jahres 1904 wurden mehr Pflanzen- und Tierformen beobachtet als 1905.

Von den Tieren waren es an beiden Fangstationen hauptsächlich die zum Teil saprozoisch lebenden Wimperinfusorien, welche 1904 in größerem Arten- und Individuenreichtum beobachtet wurden als bei normaler Wasserführung des Stromes, von den Algen eine Reihe mariner bzw. Brackwasserformen, die vorübergehend bis über Schulan hinaus vorgedrungen waren.

Neben Brackwasseralgeln waren in der Trockenzeit 1904 auch Brackwassertiere bis zu unserer Fangstation vorgedrückt, im folgenden Jahr aber wieder verschwunden.

Im Zooplankton der Oberelbe waren in jedem Fang beider Jahre durchschnittlich sehr viel mehr Rädertierchen als Kruster: es kamen durchschnittlich auf einen Kruster 1904 424 und 1905 585 Rotatorien.

Auch in der Unterelbe war im Durchschnitt aller Fänge die Zahl der Rädertiere (wenn auch in viel geringerem Maße) größer als die der Krebse, und zwar 1904 15:1, 1905 1,07:1.

Dem Gewicht nach war im Plankton der Unterelbe die lebende tierische Substanz in beiden Jahren größer als in der Oberelbe.

Ende September 1905 trafen unsere Untersuchungen mit einem Entwicklungsmaximum der Kruster in der Unterelbe zusammen und zeigten die erstaunliche Massenproduktion dieser Tiere.

Die gewichtsanalytischen Bestimmungen von *Enrytemora affinis* und *Bosmina longirostris cornuta* bestätigten den bereits vermuteten hohen Wert dieser Planktonkrebse als Fischnahrung.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 51

VII. Schlussfolgerungen.

Die Ergebnisse dieser Studien führen zu nachstehenden Schlussfolgerungen:

Das Tier- und Pflanzenleben der Elbe hatte in dem untersuchten Stromabschnitt weder ober- noch unterhalb der Städte Hamburg und Altona durch die Trockenperiode des Jahres 1904 irgendwelche erkennbare Schädigung erlitten.

Selbst während der größten Wasserarmut ist der Sauerstoffgehalt des Elbwassers bei Schulan ein so hoher geblieben, daß hier eine Schädigung der Fische durch Sauerstoffmangel unbedingt ausgeschlossen war.

Auch die sonstige Beschaffenheit des Wassers, dessen relative Güte durch ein reiches Tier- und Pflanzenleben bewiesen wurde, konnte an dem von Fischern angegebenen Absterben ihrer Fänge nicht schuld sein.

Das Absterben von gefangenen Fischen im Bünn der Fahrzeuge ist vielmehr auf eine verhältnismäßige Überfüllung dieser Räume bei ungenügendem Wasserwechsel durch die Wandung der Behälter zurückzuführen.

Alles in allem hat die Trockenperiode des Hochsommers 1904, die eine Wasserarmut der Elbe zur Folge hatte, wie sie seit vielen Jahrzehnten nicht beobachtet wurde, den Beweis geliefert, daß der Strom die ihm durch die Sielwässer bei Hamburg zugeführten fäulnisfähigen Stoffe (trotzdem sein Wasser bereits mit solchen belastet hier eintrifft) auch unter den denkbar ungünstigsten Verhältnissen ohne Schädigung seiner tierischen Bewohner aufzunehmen imstande ist, und daß die Selbstreinigungsvorgänge im Strombett so bedeutend sind, daß von einer die Fischerei schädigenden organischen Verschmutzung der Unterelbe überhaupt nicht die Rede sein kann.

Hamburg, den 15. Juni 1906.

Nachtrag: Zur Methodik.

I. Hydrochemisches.

Beurteilung der
Methode.

1. **Bestimmung der Oxydierbarkeit.** Die Bestimmung der Oxydierbarkeit der im Wasser gelösten organischen Substanz kann nur dann zu vergleichbaren Resultaten führen, wenn man bei dieser Operation von einem Material ausgeht, in welchem nur die gelösten Stoffe, nicht aber daneben noch unkontrollierbare Mengen fester organischer Schwebstoffe zur Reaktion auf Kaliumpermanganat gelangen, wie das bei der Mehrzahl der Wasserproben der Fall sein wird. Darum ist es geboten, das zu untersuchende Wasser von allen Schwebstoffen zu befreien, zumal deren Qualität und Quantität in einem Gewässer, wie ja auch aus dieser ganzen Arbeit hervorgeht, außerordentlich variabel sein kann.

Filtration

Eine Filtration durch chemisch reines Papier genügt nicht zu diesem Zweck, indem Filtrierpapier nur die gröberen Beimengungen zurückhält, dagegen für die große Masse der Bakterien wie auch für viele Individuen der kleineren Planktonalgen durchlässig ist. Aus diesem Grunde habe ich mich seit einiger Zeit der Filtration durch bakterien-dichte Filter (kleine Serumfilter von Berkefeld) bedient. Wie groß die Unterschiede zwischen der Untersuchung von „Rohwasser“ und filtriertem Wasser unter Umständen ausfallen können, mag nachstehende Auslese aus einer größeren Versuchsreihe zeigen.

Elbwasser aus dem Hafengebiet verbrauchte zur Oxydation an Kaliumpermanganat
unfiltriert:

Probe I 41,1, Probe II 39,4, Probe III 48,03 Milligramm auf 1 Liter,
filtriert:

Probe I 31,3, Probe II 31,6, Probe III 31,39 Milligramm auf 1 Liter.

Methoden.

2. **Bestimmung des Sauerstoffs.** Zur quantitativen Ermittlung des im Wasser gelösten Sauerstoffs habe ich nach der WINKLERSchen Methode gearbeitet (189 p. 308). Zwar wurden versuchsweise nebenher auch Bestimmungen mit dem MÜLLERSchen „Tenax“-Apparat (120) ausgeführt, da aber die Ergebnisse dieses physikalisch-chemischen Verfahrens nicht immer gleichmäßig waren, meistens auch zu niedrige Zahlen lieferten, habe ich nur die nach der exakteren WINKLERSchen Methode erhaltenen Resultate benutzt.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 53

Bemerkt sei hier, daß der zweifellos genial ersommene Tenaxapparat doch an gewissen Mängeln leidet und durchans nicht ganz so einfach zu behandeln ist, wie sein Erfinder angibt, und daß er auch dem damit Eingewöhnten — gegenüber der WINKLERSchen Methode — keinerlei Vorteile bietet. Von der für diese Arbeit zu wenig genauen Abschätzung mit Hilfe der HOFERSchen Farbentafel (52) mußte ebenfalls abgesehen werden.

3. **Die Sauerstoffzehrung.** Besonderer Wert wird bei der Beurteilung von Wasserproben seit einigen Jahren auch auf die Sauerstoffzehrung (177) in denselben gelegt. Man versteht unter dieser Bezeichnung die Verminderung, welche der ursprüngliche Sauerstoffgehalt eines Wassers erleidet, wenn man es unter Luftabschluß 24 Stunden lang einer Mazerationswärme von 22° aussetzt. Die Vorgänge, welche unter diesen Umständen eine Veränderung des Sauerstoffgehalts bewirken, sind indessen viel zu komplizierter und veränderlicher Natur, als daß man dem Endergebnis überhaupt eine ausschlaggebende kritische Bedeutung beilegen darf. Man muß sich immer vergegenwärtigen, daß bei der sogenannten Sauerstoffzehrung, die unter Umständen auch in eine Sauerstoffvermehrung umschlagen kann, die verschiedensten Faktoren in stets wechselnder Intensität zusammenwirken. Zum besseren Verständnis des Gesagten diene folgende Betrachtung. Reines destilliertes Wasser nimmt einfach durch Diffusion aus der Luft deren Bestandteile, also auch den Sauerstoff, bis zu einem Grade auf, der sich nach dem jeweiligen Barometerstande und nach der Temperatur des Wassers regelt (189 p. 324—331).

Beurteilung.

Dasselbe geschieht zwar auch in jedem belebten stehenden oder fließenden Gewässer (54, 68), wo die Absorption der Gase noch durch Strömung und Wellenschlag beschleunigt werden kann (68), doch bildet hier die Atmosphäre nicht die alleinige Quelle für den Sauerstoffgehalt, vielmehr besitzen diese Heimstätten organischen Lebens in einem Teil ihrer Bewohner, nämlich in den Blattgrün oder verwandte Farbstoffe in ihrem Körper bildenden Pflanzen, ein ganzes Heer von Sauerstoffproduzenten. Durch ihren Lebensprozeß zerlegen diese Organismen, wie allgemein bekannt, je nach der Intensität des Lichtes mehr oder weniger lebhaft die im Wasser gelöste, vom Atmungsprozeß der tierischen Wasserbewohner und aus anderen Quellen herstammende Kohlensäure, indem sie den Kohlenstoff und einen Teil des Sauerstoffs zum Aufbau (und zur Vermehrung) ihrer Körper verbranchen und den freiwerdenden Teil des Sauerstoffs ausscheiden. Bei Lichtabschluß freilich treten unter Ausgabe von Kohlensäure andere Erscheinungen ein, doch bleibt im Wechsel der Tageszeiten die Sauerstoffproduktion stets vorwaltend (vgl. auch 20, 54, 68, 70, 105, 138, 163, 187).

Verschiedene
Herkunft;
Produzenten.

Verbrauch:
Konsumenten.

Den Sauerstoffproduzenten stehen die Sauerstoffkonsumenten gegenüber, die wieder zwei grundverschiedenen Gruppen von Lebewesen, dem Tierreich und dem großen Heer der Spaltpilze angehören. Die Tiere verbrauchen bekanntlich zur Erhaltung ihres Atmungsprozesses während ihrer ganzen Lebensdauer Sauerstoff und geben Kohlensäure aus. Anders ist die Art des Sauerstoffverbrauchs derjenigen als Sauerstoffkonsumenten auftretenden Spaltpilze, die wir aerobionte Bakterien nennen, indem dieselben, eine sauerstoffübertragende Rolle spielend (160 p. 225), die Oxydation der im Wasser vorhandenen leblosen organischen Stoffe einleiten und vielfach bis zur vollkommenen Vergasung und Mineralisation durchführen.

Zusammenfassend können wir den Gehalt eines Gewässers an freiem Sauerstoff als das Produkt bezeichnen aus dem Zusammenwirken von Luftdruck und Wassertemperatur, in Gemeinschaft mit den im Wasser sich abspielenden Lebensvorgängen seiner pflanzlichen und tierischen Bewohner.

Wechsel
im Mengen-
verhältnis von
Produzenten
und
Konsumenten.

Die Mengen all dieser, in bezug auf die Sauerstoffbewegung im Wasser so verschiedenartigen Organismen sind aber durchaus nicht immer gleich groß, sondern häufig, sowohl in ihrer Gesamtheit, wie auch im Auftreten der einzelnen Formen, bedeutenden Schwankungen unterworfen, und darunter auch solchen Schwankungen, die sich ganz unabhängig von der „besseren“ oder „schlechteren“ Beschaffenheit eines Wassers einstellen. Weil aber diese Schwankungen, die vielfach in der Periodizität der Entwicklung einzelner Tier- oder Pflanzenformen ihren Grund haben und in keinerlei Beziehung zu der „Verschmutzung“ des Wassers stehen, auch die Zehrungsvorgänge oft recht stark beeinflussen, so sind wir zurzeit noch nicht imstande, uns aus der Intensität dieser Zehrung ein brauchbares Urteil über den Zustand eines Wassers zu bilden. Im allgemeinen freilich werden mit organischen Stoffen stark beladene Gewässer öfter eine höhere Sauerstoffzehrung zeigen, als solche von geringer Oxydierbarkeit.

Verschiedene weniger in Betracht kommende Mängel dieser Methode will ich hier übergehen und nur noch einen wesentlicheren Umstand besprechen, der anscheinend seither nicht genügend beachtet wurde.

Wirkung
des Lichtes.

Die größte Schwäche in der Ausführung der Zehrungsuntersuchung liegt nämlich in der Unbeständigkeit der Lichtstärke, unter deren wechselndem Einfluß der Prozeß sich abspielen muß. Bekanntlich geben die Grünpflanzen, somit auch die Planktonalgen, den meisten Sauerstoff im direkten Sonnenlicht aus. Mit Abnahme des Lichtes vermindert sich auch die Sauerstoffproduktion, um bei eintretender Dunkelheit ganz aufzuhören und schließlich, wie bereits p. 53 bemerkt, einer Sauerstoffaufnahme Platz zu machen. Mithin werden die Zehrungs-

ergebnisse, die an trüben Tagen erzielt wurden, nicht mit solchen von klaren, sonnigen Tagen vergleichbar sein, ja es kommt sogar darauf an, zu welcher Tageszeit man den Zehrungsvorgang unterbricht. Hat man eine Probe bei vorgerückter Tageszeit, etwa mittags, zur Zehrung hingestellt und beendet den Prozeß 24 Stunden später bei Sonnenschein, so erhält man ein geringeres Zehrungsergebnis, als wenn man genötigt ist, den Versuch am frühen Morgen zu beginnen und folglich andern Tags auch am frühen Morgen zu beenden.

Da man also ganz außerstande ist, für die Zehrungsvorgänge neben einer gleichbleibenden „Normaltemperatur“ auch noch eine gleichbleibende „normale Belichtung“ zu schaffen, so fehlt uns eine der wichtigsten Bedingungen zur Erzielung vergleichbarer Resultate.¹⁾

Im Hinblick auf die vielen und großen Mängel, welche dieser Methode anhaften, konnte ich mich nicht zu ihrer praktischen Verwendung bei der Elbuntersuchung entschließen, trotzdem ihr anderwärts großer Wert zur Beurteilung von Wasserproben beigemessen wird (177).

Schluß-
folgerung.

II. Planktologisches.

Die seit der Publikation unserer Fang- und Untersuchungsmethoden (197) gesammelten Erfahrungen haben zu verschiedenen Neuerungen und Verbesserungen in der Arbeitsweise geführt, die hier noch zu beschreiben sind. Neu eingeführt wurden:

1. **Qualitative Streckenfänge.** Zu beiden Seiten des Dampfers ist, wie Tafel I Fig. 1 zeigt, je ein eisernes Rohr von 5 Meter Länge und 3,5 Zentimeter lichter Weite in Neigung gegen den Bug des Schiffes derart befestigt, daß die vorderen Mündungen beider Röhren 20 bis 30 Zentimeter unter Wasser tauchen, während unter jeder der hinteren Mündungen in genügender Höhe über dem Wasser ein Planktonnetz hängt. Schon bei mittlerer Fahrgeschwindigkeit des Dampfers steigt das Wasser in den Röhren bis zum Überlaufen und ergießt sich ohne Unterbrechung in starkem Strahl in die untergehängten Netze, in welchen es beim Durchfließen genügendes Material zur qualitativen Planktonbestimmung zurückläßt. Bei wechselweiser Entleerung der beiden Netze lassen sich bei größeren Fahrten ohne irgendwelchen Zeitverlust ganze Reihen von Streckenfängen beliebiger Ausdehnung sammeln.

Streckenfänge

¹⁾ Gelegentlich kritischer Untersuchungen über Sauerstoffzehrung, die ich später neben Untersuchungen über Oxydierbarkeit veröffentlichen will, habe ich beim Anwachsen des Diatomeenbestandes in der Elbe, trotz hohem Gehalt des Wassers an gelösten organischen Stoffen, mehrfach statt Zehrung Zunahme des freien Sauerstoffs beobachtet, eine Erscheinung, die vermutlich auch schon anderen begegnet sein wird.

Allerdings müssen zur Erzielung genügend starker Wasserstrahlen Länge und Querschnitt der Röhren ebenso wie ihr Neigungswinkel zur Wasseroberfläche in möglichst günstigem Verhältnis zueinander und zur Fahrgeschwindigkeit stehen.

Vereinfachung
der Pumpen-
fänge.

2. **Der quantitative Fang** des Planktons wird, wie seit Beginn der Elbuntersuchung, ausschließlich durch die bereits früher beschriebene Planktonpumpe (197 p. 141—148), als der einzigen zuverlässigen Vorrichtung, bewirkt. Fortgesetzte Versuche haben indessen gezeigt, daß die Genauigkeit der Ergebnisse nicht beeinträchtigt wird, wenn man in periodischen Absätzen unter jedesmaliger geringer Hebung des Saugkorbes pumpt, statt den Saugkorb durch ein an der Pumpe angebrachtes Hebewerk (197 p. 145) ohne Unterbrechung bei unausgesetzter Wasserförderung durch das Wasser zu heben. Der Nutzen dieser Abänderung liegt in einer bedeutenden Zeitersparnis.

Ein Fang gestaltet sich jetzt folgendermaßen: Nach vorausgegangener Lotung wird der Schlauch mit dem Saugkorb in die Tiefe gesenkt, dann wird so lange gepumpt, bis man sicher ist, das beim Niederlassen des Saugkorbes aus allen Schichten der Wassersäule in den Schlauch gelangte Wasser entfernt zu haben, und nur noch solches aus der Tiefe zu fördern, in welcher sich gerade der Saugkorb befindet. Nimmere wird die Verbindung des Pumpkörpers mit dem Kessel hergestellt und durch eine bestimmte Zahl Schwungradrotationen die erste Portion Wasser in den Kessel gepumpt. Darauf hebt man durch Drehung der Walze, von welcher der den Saugkorb tragende Stahldraht abläuft, den Saugkorb um einen Viertelmeter, pumpt durch dieselbe Anzahl Schwungradrotationen wie vorher dieselbe Wassermenge in den Kessel und fährt so fort, bis der Saugkorb an der Oberfläche angekommen ist. Dann hebt man letzteren, so daß er frei in der Luft schwebt, und treibt durch fortgesetztes Pumpen den Wasserrest aus dem Schlauch und schließlich noch Luft durch den Kessel, wodurch eine gleichmäßige Mischung der gesamten in den Kessel geförderten Wassermenge bewirkt wird. Unverweilt, d. h. bevor noch eine Entmischung der gleichmäßig im Kessel verteilten Schwebkörperchen durch Absetzen eintreten kann, läßt man durch den Ablaufschlauch die zur Zählanalyse für nötig erachtete Wassermenge in genau markierte, weithalsige, zylindrische Meßflaschen von 12,5 Liter Inhalt fließen und fügt dem Inhalt jeder Flasche noch 60 Kubikzentimeter Formalin zur Abtötung und Konservierung hinzu.

Die Zahl der Schwungradrotationen richtet sich bei jedem quantitativen Fang nach der Höhe der in Frage kommenden Wassersäule. Beträgt diese z. B. 5 Meter, so fördert man von 0,25 zu 0,25 Meter mit je 8 Rotationen jedesmal 4 Liter, also für den ganzen Fang 80 Liter

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 57

Wasser, hat man aber mit 10 Meter Tiefe zu rechnen, so pumpt man von Viertel- zu Viertelmeter mit nur 4 Drehungen je 2 Liter, also auch 80 Liter. Bei 15 Meter Tiefe wird man mit jedesmal 3 Umdrehungen 1,5 Liter, zusammen 90 Liter fördern usw. Unter allen Umständen ist es nötig, den Kessel, der 100 Liter Inhalt hat, nicht bis oben an zu füllen, damit die zur Mischung durchgetriebene Luft, die eine sehr lebhaftige Bewegung des Inhalts verursacht, nicht Teile desselben hinausschleudert.

3. Die Vorbereitung der Fänge zur Zählanalyse. An die Stelle der Filtration durch Filterkerzen nach voraufgegangener Sedimentierung ist reine Sedimentierung mit vorsichtigem Absaugen der geklärten Flüssigkeit getreten. Die zylindrischen Meßflaschen mit den Fängen werden im Laboratorium 14 Tage, unter Umständen nach Zusatz von 1 % Kochsalz¹⁾, der Ruhe überlassen. Erst wenn sich der Inhalt vollkommen klar abgesetzt hat, wird das a. a. O. p. 151 beschriebene Saugkörbchen, das mit der BUNSENSchen Wasserstrahl-Luftpumpe verbunden ist, bis zu etwa 4 Zentimeter Abstand über dem Bodensatz ganz langsam und unter Vermeidung jeder Erschütterung eingesenkt, während die Luftpumpe schon vor dem Eintauchen in Tätigkeit getreten sein muß. Nachdem die Wassermenge bis auf einen kleinen Rest abgesaugt ist, wird die Röhre mit dem Saugkörbchen aus der Flasche genommen und der Bodensatz samt dem darüberstehenden Wasser unter sorgfältigen Nachspülen und Abspritzen der Gefäßwände mit der früher beschriebenen konstanten Spritze (197 p. 153) in einen 10—12 Zentimeter weiten Standzylinder von etwa 2 Liter Inhalt gebracht. Dieser Zylinder wird mit einem Glasdeckel bedeckt und bis zur vollkommenen Abklärung des Inhaltes der Ruhe überlassen; dann wird auch aus ihm wieder, wie oben beschrieben, das überstehende Wasser bis auf einen kleinen Rest vom Bodensatz abgesaugt. Nun spült man — wieder quantitativ genau — den Bodensatz samt dem Wasserrest in ein tariertes Arzneifläschchen von 250 Gramm Inhalt, fügt unter leichtem Umschwenken, zum Färben der Organismen, verdünnte Erythrosinlösung bis zur dauernden, nicht zu intensiven Rötung der Flüssigkeit hinzu und läßt in der verkorkten Flasche zum drittenmal absetzen. Erst kurz vor der Herstellung der Zählplatten wird das klare rötlich gefärbte Wasser bis auf einen kleinen Rest mittels eines feinen, mit der Luftpumpe verbundenen Röhrchens (Nadelkanüle einer Subkutanspritze) ganz langsam abgesaugt und dann der Rückstand kunstgerecht mit Quittenschleim innig vermischt (197 p. 162) und mit solchem auf ein bestimmtes Gewicht gebracht, dessen Höhe dem Volum des Planktons (samt Detritus) anzupassen ist.

Einengen
der Fänge.

Färben
des Planktons

¹⁾ Durch den Zusatz von Kochsalz wird die sonst sehr langwierige Abscheidung toniger Trübung wesentlich beschleunigt.

Hat man in einem Fang mit Clathrocystisformen zu rechnen, die infolge ihres geringen spezifischen Gewichtes stets der Oberfläche des Wassers zustreben, so ist man genötigt, mit besonderer Sorgfalt zu verfahren, das Saugkörbchen rasch unter die Oberfläche zu tauchen und es dann erst langsam tiefer zu senken. Weil sich Clathrocystis und einige andere Chroococcaceen mit Vorliebe an den Gefäßwänden festsetzen und dann nur schwierig und nicht ohne Verlust wieder ablösen lassen, entziehen sich diese Algen vorläufig noch der genaueren quantitativen Bestimmung. Zwar sinken sie auf Zusatz genügender Mengen von Ätheralkohol (197 p. 152) sowie durch Anwendung von Druck (1, 63, 65) zu Boden, doch läßt sich diese Eigenschaft aus technischen Gründen nicht für unsere Zwecke ausnützen.

Obschon die Sedimentiermethode etwas mehr Zeit beansprucht als die Filtration, bedeutet sie doch eine wesentliche Vereinfachung der Arbeit, weil sie keinerlei Beaufsichtigung bedarf und weil die Trennung der überständigen Flüssigkeit vom Plankton sehr viel schneller und müheloser vonstatten geht als das Filtrieren.

Zählpräparate.

4. **Die Herstellung der Zählpräparate** (197 p. 164). Eine wesentliche Neuerung ist die Färbung des Zählmaterials (siehe oben) mit dem unter dem Namen Erythrosin käuflichen Tetrajodfluoresceïn-Natrium. Zur Einführung dieser Färbung hatte das Bedürfnis nach besserer Unterscheidung der zu zählenden Planktontiere von den Fremdkörpern in den Präparaten Veranlassung gegeben, zumal die Detritusmengen — seit dem gänzlichen Wegfall des Sammelns der Pumpfänge im GazeNetz — in den Planktonproben nicht unerheblich zugenommen haben. Die Schwierigkeit der Unterscheidung wird durch die Erythrosinfärbung um so gründlicher gehoben, als sich dieser Farbstoff fast ausschließlich auf den in Betracht kommenden Organismen und nur ausnahmsweise hier und da auch auf einzelnen Detritusstückchen niederschlägt. Nebenbei hat das Erythrosin die schätzenswerte Eigenschaft, als Reagens auf Dauereier von Rotatorien und Cladoceren zu dienen, indem es in diese hartschaligen Eier — solange ihre Schalen unverletzt sind — gar nicht oder doch nur sehr langsam eindringt, während die dünnschaligen Sommerierer rasch durchdrungen und meistens intensiver als die ausgebildeten Tiere gefärbt werden.¹⁾

Entsprechend den geringeren Materialmengen, welche im Vergleich zu früher, als noch Hunderte von Litern durch ein Planktonnetz gepumpt wurden, durch die Abänderung der Fangmethode zur Präparation gelangen, müssen die Zählpräparate jetzt durchschnittlich größer an-

¹⁾ Vermutlich ist diese Erscheinung durch die größere Anhäufung von Albuminaten in den Eiern bedingt.

gelegt werden. Für Rädertiere kommen nur noch mindestens zwei Gramm, für Krebse, je nach Reichtum des Materials an solchen, größere Mengen Schleimpräparat zur Anszählung. Um möglichst genaue Resultate zu erzielen, zähle ich jetzt bei Fängen, die arm an Krustern sind, die Hälfte, unter Umständen auch den gauzen Fang aus. Weil es sich dabei aber um mindestens 50 bis 100 Gramm des schleimigen Zählpräparates handelt, die 12 bis 24 große Zählplatten bedecken würden, muß eine zweckdienliche Konzentration des Krebsmaterials vorgenommen werden. Zu diesem Zweck spannt man auf einen rechtwinkligen Holzrahmen von 12 · 18 Zentimeter lichter Seitenlänge ein entsprechend großes Stück Planktongaze Nr. 4, benetzt es gründlich mit Wasser und gießt nun langsam das genau gewogene Schleimpräparat (unter Nachspülen des angewandten Mischglases mit reinem Quittenschleim) derart auf die Gazefläche, daß die Krebse möglichst gleichmäßig verteilt auf der Gaze liegen bleiben, während die Masse des Quittenschleimes samt den meisten übrigen Planktonen und fast allem Detritus durch die Maschen in eine untergestellte Schale abfließen. Sobald dies geschehen ist, wird das Gazestück mit dem Deckglas (Spiegelglas von einem Millimeter Dicke) bedeckt, dann mit diesem und dem Rahmen — das Deckglas nach unten — umgedreht, der Rahmen entfernt und an seiner Stelle die als Objektträger dienende Glasplatte aufgelegt. Nach abermaligem Umdrehen hat man die auf der Gaze ausgebreiteten Copepoden oder Cladoceren zählfertig vor sich. Will man mit schiefstehendem Mikroskop arbeiten, so ist es nötig, die Deckplatte ringsum mit einer rasch hart werdenden Verschlufmasse aufzukitten.¹⁾ An unserem Zählmikroskop (196 p. 166) habe ich das bildaufrichtende Prisma entfernt und dafür eine Vorrichtung zur Schiefstellung angebracht (Taf. II).

Krebs-
Zählpräparate

5. Zusammenfassung der Abänderungen und Neuerungen. Nach vorstehendem sind also folgende Abänderungen und Neuerungen in unserer Planktonmethode zu verzeichnen:

- 1) Qualitative Streckenfänge für größere Fangfahrten.
- 2) Beim quantitativen Fang des Planktons dient der Kessel der Planktonpumpe nicht mehr zum Abscheiden des Sandes, sondern zum gleichmäßigen Vermischen des Planktonfanges.
- 3) Das Sammeln der Planktonen in Gazenetzen ist bei Quantitativfängen gänzlich weggefallen; an seine Stelle ist ausschließlich das Sammeln und Sedimentieren in großen Meßflaschen getreten.

¹⁾ Zum Verschluf bediene ich mich seit mehreren Jahren eines geschmolzenen Gemisches von 4 Teilen gelbem Wachs, 2 Teilen Fichtenharz, 1 Teil Talg, 1 Teil Terpentin. Dieses Gemisch wird heiß mit einem kleinen Pinsel aufgetragen. Beim Erkalten erhärtet es ohne spröde zu werden, und nach geleistetem Dienst läßt es sich leicht mit Messer oder Spatel wegnehmen. Die letzten Reste werden mit Benzin abgewaschen.

- 4) Die Filtration durch Kohlefilter ist durch geeignete Sedimentierung und Entfernen des geklärten Wassers durch Absaugen ersetzt.
 5) Die Planktonorganismen werden mit Erythrosin gefärbt und nur noch in größeren Präparaten ausgezählt.

Zur
Kritik anderer
Methoden.

6. **Kritik der quantitativen Methoden.** An dieser Stelle möchte ich noch einmal darauf hinweisen (vgl. 198 p. 96—99), daß es nur durch die von uns angewandten Methoden ermöglicht wird, bezüglich der Höhe und der quantitativen Zusammensetzung des Planktongehaltes eines Gewässers zu befriedigenden, der Wahrheit nahe kommenden Ergebnissen zu gelangen, und daß alle sogenannten quantitativen Planktonmethoden, soweit sie auf Netzfängen und Papierfiltration beruhen, darunter auch die neuerdings angewandten Schöpfänge¹⁾ nur geeignet sind, falsche Bilder von diesen Verhältnissen zu geben. Es unterliegt keinem Zweifel, daß Trugschlüsse über den Wert der Beteiligung der Schwebewesen an der Selbstreinigung der Gewässer lediglich auf Mängel in den angewandten Methoden zurückzuführen sind. Selbst für die Bestimmung des Tierplanktons kann man z. B. der Schöpfmethode kaum die Bezeichnung einer „Bruttomethode“ zugestehen, hauptsächlich, weil sie nur Material von der Oberfläche des Wassers zur Untersuchung liefert.

Durch kein anderes Verfahren hätten wir Kenntnis von dem gewaltigen Reichtum der Elbe an Planktonalgen erhalten können, wie es erst durch die Zählungen unseres Mitarbeiters H. SELK bekannt geworden ist. Seit der Veröffentlichung seines ersten Erfolges (198 p. 96) ist er gelegentlich weiterer Bearbeitung von Phytoplankton aus der oberen Elbe sogar noch zu überraschenderen Ergebnissen gelangt, die sich folgendermaßen darstellen:

Ein Kubikmeter Wasser enthielt ²⁾

Chlorophyceae:	1. Confervoideae	69 600 000	} 19 356 000 000
	2. Palmellaceae	19 249 600 000	
	3. Desmidiaceae	36 800 000	
Bacillariaceae:	1. Raphideae	55 200 000	} 61 115 200 000
	2. Pseudoraphideae	29 330 400 000	
	3. Cryptoraphideae	31 729 600 000	
Schizophyta		10 616 800 000	
Unsicherer Stellung		1 731 200 000	
		<u>zusammen</u>	<u>92 819 200 000.</u>

¹⁾ Die Schöpfänge kann man nur gelten lassen, wenn sie ausschließlich zur Bestimmung der größeren Tiere im Oberflächenplankton eines stehenden Gewässers dienen sollen (150).

²⁾ Cönobien, Familien und Bänder = 1 gezählt.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 61

Diesem Ergebnis liegt eine fast siebenmonatliche Tätigkeit meines Fremdes SELK am Zählmikroskop, bei täglich vierstündiger Arbeit, zugrunde. Gezählt wurde bei 250—750fachen Vergrößerungen.

III. Ausführung der Wertbestimmung der Planktonkruster.

Zur Gewichtsbestimmung der Planktonkrabbe und der wichtigsten Stoffgruppen, aus welchen ihre Körperchen aufgebaut sind, müssen wir vor allem suchen, uns aus dem „Rohplankton“, d. h. dem Gemisch der vielerlei in dieser Arbeit aufgezählten Lebewesen mit organischem und Mineral-Detritus, genügende Mengen von „Reinmaterial“, also die zu untersuchenden Krebsformen, ohne jede Beimengung anderer Körper, zu verschaffen.

Für *Eurytemora affinis* gestaltet sich diese Vorarbeit verhältnismäßig einfach, indem man das im Wasser verteilte Rohplankton auf einem Sieb von Müllergaze Nr. 4 anwäscht, wobei alle übrigen Planktonorganismen, die in unserem Arbeitsgebiete vorkommen, samt dem Detritus durch die Maschen gehen, während die Eurytemoren auf der Gaze zurückbleiben. Ich bediene mich bei dieser Arbeit eines Auerlampen-Zylinders, über dessen unteres Ende die Gaze straff gespannt und gebunden ist. Dieses Zylindersieb wird in ein weiteres weniger hohes Wassergefäß gestellt, dann mit dem in Wasser verteilten Rohplankton beschickt, vorsichtig auf- und ab-, auch hin- und herbewegt, dann herausgenommen, das getrübte Wasser im größeren Gefäß gegen reines gewechselt, das Sieb mit dem schon wesentlich reineren Krebsplankton wieder eingesetzt und so fortgefahren, bis eine Prüfung unterm Mikroskop in dem Inhalte des Siebes nur noch *Eurytemora*, aber keine Fremdkörper mehr erkennen läßt. Proben mit *Eurytemora* dürfen nicht zu rasch bewegt werden, weil sonst zu viele der empfindlichen Krebschen zerreißen und ganz besonders leicht ihre Eisäckchen verlieren würden.

Vorbereitung
des Materials.

Nicht so einfach wie bei den durch ihre Größe ausgezeichneten *Eurytemoren* ist die Reinauslese der viel kleineren *Bosmina longirostris cornuta* aus dem Rohplankton, und sie würde kaum zu ermöglichen sein, wenn uns nicht bei diesen Tierchen eine besondere Eigentümlichkeit ihrer Schale zu Hilfe käme. Geraten sie nämlich durch irgend einen Zufall mit Luft in Berührung, so bleiben sie an der Oberfläche des Wassers wie winzige Öltröpfchen schwimmend und sinken nicht wieder unter. Verteilt man nun Plankton, welches *Bosminen* enthält, in einer genügenden Menge Wasser und durchlüftet dieses mit einer der bekannten Durchlüftungsvorrichtungen, so werden sich vielfach Luftbläschen an den verschiedensten Kleinkörpern des Planktons ausscheiden und solche beim Ansteigen mit an die Oberfläche bringen, wo die Luftbläschen

bald zerplatzen. Während nun Detritusstückchen, Copepoden, Räder- und Urtierchen wieder zu Boden sinken, bleiben die Bosminen an der Oberfläche, können hier abgeschöpft und auf Planktongaze Nr. 10 so wie Eurytemora bis zur völligen Reinheit weiterbehandelt werden.¹⁾ Obwohl ihre Schalen widerstandsfähiger sind als die mehrgliedrigen der Copepoden, so bedürfen die Bosminen doch auch einer vorsichtigen Behandlung, weil andernfalls viele Eier und Embryonen aus den Bruträumen fallen und für die Bestimmung verloren gehen.

Im Hinblick darauf, daß verschiedene Verwandte der Bosminen (wie auch bei den Eurytemoren einige andere Copepoden) nicht von der zu untersuchenden Hauptform zu trennen sind, könnte man wohl Zweifel gegen die Genauigkeit der Methode erheben; da indes in den bearbeiteten Proben auf 1000 Eurytemoren höchstens drei andere Copepoden und auf 100 Bosminen kaum zwei andere, noch dazu gleich große Cladoceren kommen, so wird man zugeben müssen, daß von einer nennenswerten Fehlerquelle im vorliegenden Falle kaum die Rede sein kann.

Während von Eurytemora eine für die verschiedenen Gewichtsbestimmungen genügende Probe schon innerhalb einer Stunde in der nötigen Reinheit zu erzielen ist, nimmt dieselbe vorbereitende Arbeit bei Bosmina immerhin einige Tage in Anspruch. Die gewichtsanalytischen Arbeiten selbst verlaufen für die beiden Krebsformen ganz gleich.

„Lebend-
gewicht.“

Zur Ermittlung des durchschnittlichen Gewichts einschließlich der Körperfeuchtigkeit — also sozusagen „des Lebendgewichtes“ — wird das reine Krebsmaterial auf einem genügend vorbereiteten und gewogenen Filter von Planktongaze Nr. 20²⁾ gesammelt und mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Darauf wird das Gazefilter mit einem genügend starken Seidenfaden, der vorher mit dem leeren Filter zusammen gewogen war, zu einem Beutel verschnürt, bei 2500 bis 3000 Umdrehungen in der Minute bis zum (annähernd) gleichbleibenden Gewicht zentrifugiert und dieses notiert. Von diesem Material wird nunmehr eine gewogene Probe gleichmäßig in Quittenschleim verteilt (197 p. 162) und diese Mischung auf ein bestimmtes, der Größe der darin enthaltenen Krebsprobe entsprechendes Gewicht gebracht.³⁾ Durch

¹⁾ Besser noch gelangt man zum Ziel, wenn man das Wasser mit dem Plankton unter die Glocke der Luftpumpe bringt, wo sich beim Evakuieren die im Wasser gelöste Luft in Bläschen größtenteils von den Kleinkörpern ausscheidet. Die Bläschen zerplatzen in verdünnter Luft rascher als unter gewöhnlichem Druck.

²⁾ Die Gaze samt dem nachher genannten Seidenfaden muß entfettet, nacheinander mit verdünnter Salzsäure und Wasser ausgezogen, dann noch mit destilliertem Wasser ausgekocht und schließlich bei 110° getrocknet sein.

³⁾ So, daß auf eine etwa 2 Gramm wiegende Stichprobe dieses schleimigen Gemisches nicht unter 200 und nicht über 500 Krebse kommen. Bei sorgfältiger Arbeit stimmen dann die Kontrollzählungen auf 2—3 vom Hundert.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 63

Auszählung genau gewogener Stichproben läßt sich nun leicht die Gesamtzahl der zentrifugierten Eurytemoren (oder Bosminen) sowie das Durchschnittsgewicht der Einzeltiere und das Gewicht der im ganzen quantitativen Fang, bezw. der in einem Kubikmeter Wasser vorhanden gewesenen Krebse berechnen. Zunächst bestimmt man

die Trockensubstanz im ganzen. Das Gazefilter mit der auf ihm verbliebenen Hauptmenge des zentrifugierten Materials wird nochmals gewogen und bei 110° C. ausgetrocknet. Die Gewichts-differenz bezeichnet den Wassergehalt, der gewogene Rest (abzüglich des Filtergewichts) die Trockensubstanz der Tierkörper einschließlich ihrer Chitinhülle.

Trocken-
substanz.

Zur Aschebestimmung gibt man etwa die Hälfte der ausgetrockneten Krebse in einen ausgeglühten und tarierten Platintiegel, trocknet nochmals aus, wägt, äschert ein und glüht bis zum konstanten Gewicht.

Salze.

Zur Ermittlung des Fettgehalts wird der auf dem Gazefilter verbliebene Rest nochmals getrocknet und gewogen, dann Gazefilter mit Inhalt im Ätherextraktionsapparat erschöpft, getrocknet und gewogen. Der durch die Ätherbehandlung erzielte Gewichtsverlust ist gleich dem gesuchten Fettgehalt.

Fett.

Chitin und Muskelsubstanz (einschließlich gewisser Salze) werden in einer Arbeit festgestellt. Zu diesem Zweck wird der von der Fettbestimmung auf dem Gazefilter verbliebene Rest in einer tarierten Silberschale nochmals ausgetrocknet, gewogen und mit Kalilauge ausgekocht, dann mit Wasser in ein Becherglas gespült, auf etwa 200 cc verdünnt und bedeckt einige Tage zum Sedimentieren der Ruhe überlassen. Nach vollständiger Klärung wird die überstehende Flüssigkeit klar abgesaugt, der Bodensatz in etwa 100 cc Wasser verteilt, auf einem tarierten Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Auf dem Filter befinden sich die Chitinpanzer, der Gewichtsverlust bezeichnet die Gesamtmenge der übrigen in Äther unlöslichen Stoffe, in der Hauptsache die Muskelsubstanz und ihre Mineralsalze. Die weitere Bestimmung des Reinchitins und der Kalksalze in den Panzerchen ist für unsere Zwecke überflüssig, da es hier nur darauf ankommt, den ungefähren Wert der Planktonkrebse der Elbe als Fisch-nahrung zu zeigen.

Muskelsubstanz
und Chitin.

1904			1905			Das Phytoplankton.						1904					1905				
Obere Elbe	Untere Elbe		Obere Elbe	Untere Elbe			1904					Oktober	1905								
	Nordseite	Mitte		Nordseite	Mitte		Südseite	September	Oktober	September	Oktober		September	Oktober							
							9	13	20	27	30	11.	5	12.	19.	26.	3.	10.			
+	+	+				<i>Rhaphidium pyrenogerum</i> Chod. f. <i>septatum</i> Chod.						+									
+	+	+				" <i>setigerum</i> W. & G. S. West						+	+								
+	+	+				<i>Closteriopsis longissima</i> Lemm.						+									
+	+	+				<i>Kirchneriella contorta</i> (Schmidle) Bohlin						+	+								
+	+	+	+	+	+	" <i>lunaris</i> Schmidle						+									
+	+	+				" (" ") <i>forma obesa</i> (West)						+									
+	+	+				" " " <i>Schmidle</i>						+	+								
+	+	+				<i>Selenastrum Bibrajanum</i> Reinsch						+	+								
+	+	+				<i>Actinastrum Hantzschii</i> Lagh.						+	+								
+	+	+				<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg.						+	+								
+	+	+				" " " f. <i>incisum</i> Reinsch						+									
+	+	+				" " " f. <i>inermis</i> Reinsch						+									
+	+	+				" <i>hastatum</i> Reinsch						+									
+	+	+				" <i>minimum</i> (A. Br.) Hansg.						+	+								
+	+	+				" " " f. <i>apiculata</i> Reinsch						+									
+	+	+				" <i>muticum</i> (A. Br.) Hansg.						+	+								
+	+	+				" " " f. <i>minimum</i> Reinsch						+									
+	+	+				" " " f. <i>minus</i> Reinsch						+									
+	+	+				" <i>regulare</i> Ktz.						+	+								
+	+	+				" <i>tumidulum</i> (Reinsch) Hansg.						+	+								
+	+	+				<i>Schizochlamys gelatinosa</i> A. Br.						+									
+	+	+				<i>Sphaerocystis Schroeteri</i> Chod.						+	+								
+	+	+				<i>Tetraspora gelatinosa</i> (Vauch.) Desv.						+									
+	+	+				" <i>lubrica</i> Ag.						+									
+	+	+				<i>Hormospora minor</i> Naeg.						+	+								
+	+	+				<i>Hofmannia appendiculata</i> Chod.						+									
+	+	+				<i>Staurogenia apiculata</i> Lemm.						+	+								
+	+	+				" <i>fenestrata</i> Schmidle						+	+								
+	+	+				" <i>heteracantha</i> Nordst.						+	+								
+	+	+				" <i>multisetata</i> Schmidle						+	+								
+	+	+				" " " <i>var. punctata</i> Schmidle						+	+								
+	+	+				" <i>quadrata</i> Morren						+									
+	+	+				" <i>rectangularis</i> A. Br. (einschließlich						+	+								
+	+	+				<i>irregularis</i> Wille).						+	+								
+	+	+				" <i>Schroederi</i> Schmidle						+	+								
+	+	+				" <i>tetrapedia</i> Kirchner						+	+								
+	+	+				" (<i>Crucigenia</i>) <i>triangularis</i> Chod.						+	+								
+	+	+				<i>Plectyosphaerium Ehrenbergianum</i> Naeg.						+	+								
+	+	+				" <i>pulchellum</i> Wood						+	+								
+	+	+				" <i>reniforme</i> Bulnh.						+	+								
+	+	+				<i>Tetracoccus botryoides</i> West						+	+								
+	+	+				<i>Nephrocystium Agardhianum</i> Naeg.						+	+								
+	+	+				" " " <i>forma majus</i> Naeg.						+	+								
+	+	+				" " " <i>lunatum</i> West						+	+								
+	+	+				<i>Golenkinia radiata</i> Chod.						+	+								
+	+	+				<i>Richteriella botryoides</i> (Schmidle) Lemm.						+	+								
+	+	+				" " " f. <i>quadrisseta</i>						+	+								
+	+	+				" " " (Lemm.) Chod.						+	+								
+	+	+				<i>Lagerheimia genevensis</i> Chod.						+	+								
+	+	+				" " " <i>var. subglobosa</i>						+	+								
+	+	+				" " " (Lemm.) Chod.						+	+								
+	+	+				" <i>Marssonii</i> Lemm.						+	+								
+	+	+				" <i>wratiskawiensis</i> Schroeder						+	+								

1904			1905			Das Phytoplankton.						1904				1905			
Untere Elbe			Obere Elbe			September		Oktober		September		Oktober							
Obere Elbe	Nordseite	Mitte	Südseite	Nordseite	Mitte	Südseite	9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3.	10.	
Bacillarieae.																			

Navicula *ambigua* Ehr.
 " *amphisbaena* Bory ...
 " var. *Fenzlii* Grun. V. H.
 " *atomus* (Ktz.) Grun.
 " *bacillum* Ehr.
 " *bahusensis* Cleve
 " *cineta* (Ehr.) Ktz. var. *Heufleri* Grun.
 " *cruciacula* Donkin
 " var. *protracta* Grun.
 " *cryptocephala* Ktz.
 " " *Brackwasser-Endochrom*
 " " *Süßwasser-Endochrom*
 " " var. *exilis* V. H.
 " " var. *veneta* (Ktz.) Rab.
 " *cuspidata* Ktz.
 " *dicephala* Ehr.
 " *elliptica* Ktz.
 " " " *f. subtilissime punctata* (A. S. Atlas 7. 33)
 " *exilis* Ktz.
 " *exillissima* Grun.
 " *forcipata* Grev.
 " *fusca* Greg. var. *Gregorii* Cl.
 " *gibberula* Ktz.
 " *gracilis* Ktz.
 " " var. *schizonemoïdes* V. H.
 " *gregaria* Donkin
 " *hungarica* Grun.
 " var. *humilis* (Donkin) Grun.
 " *integra* (W. Sm.) Ralfs.
 " *interrupta* Ktz.
 " *iridis* Ehr. var. *affinis* (Ehr.) V. H.
 " " " *amphirhynchus* (Ehr.) ...
 " " " *dubia* (Ehr.) V. H.
 " " " *producta* V. H.
 " " " *undulata* Grun.
 " *lanceolata* Ktz. *f. minuta* Rab.
 " *liber* W. Sm.
 " *limosa* Ktz.
 " *musca* Greg.
 " *mutica* Ktz.
 " " var. *Goepfertiana* (Bl.) Cl. & Gr.
 " *nobilis* (Ehr.) Ktz.
 " *oblonga* Ktz.
 " *Peisonis* Grun.
 " " *f. leviter constricta* (A. S. Atlas 49. 25)
 " *peregrina* (Ehr.?) Ktz.
 " " " var. *menisculus* (Schum.) V. H.

Tabelle I b.

1904			1905			Das Zooplankton.													
Obere Elbe	Untere Elbe		Obere Elbe	Untere Elbe		1904					1905								
	Nordseite	Mitte		Südseite	Nordseite	Mitte	Südseite	September			Oktober	September			Oktober				
							9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.	3.	10.	
						Rhizopoda.													
						Amoeba.													
+						Hyalodiscus guttula (Duj.).....													+
+	+					" Jimax (Duj.).....													+
+				+	+	Amoeba princeps Ehrbg.....													+
+						" (spec.?).....													+
						Dactylophacium radiosum Ehrbg.....													+
						Testacea.													
+						Arcella discoidea Ehrbg.....													+
+	+					" gibbosa Penard.....													+
+			+	+	+	" vulgaria Ehrbg.....	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+						Diffugia corona Wallich.....													+
+						" limnetica Levand.....													+
+						" pyriformis Perty.....													+
+						" saxicola Penard.....													+
+						Lecquereusia spiralis (Ehrbg.).....													+
+						Englypha alveolata Duj.....													+
+				+	+	Cyphoderia margaritacea Schlumberger.....													+
						Heliozoa.													
+	+	+			+	Actinophrys sol Ehrbg.....	+	+	+	+	+	+							+
+		+			+	Actinosphaerium Eichhorni (Ehrbg.).....													+
+						Artodiscus saltans Penard.....													+
+						Rhaphidiophrys viridis F. E. Sch.....													+
+						Pinaciophora fluviatilis Greeff.....													+
						Mastigophora.													
						Flagellata.							Protomonadina.						
+	+				+	Oicomonas termo (Ehrbg.).....													+
+						Monas guttula Ehrbg.....													+
+						Anthophysa vegetans (O. F. Müll.).....	+												+
+						Codosiga spec.?.....													+
+	+					Bodo angustatus (Duj.).....													+
+	+	+			+	" globosus Stein.....													+
+						Pleuromonas jaculans Perty.....													+
						Euglenoidina.													
+						Euglena deses Ehrbg.....													+
+	+	+				" oxyuris Schmarda.....													+
+	+	+			+	" viridis Ehrbg.....	+	+	+	+	+	+							+
+						Amblyopsis viridis Ehrbg.....													+
+	+				+	Phacus longicaudus (Ehrbg.).....	+	+											+
+						" pleuronectes (O. F. Müll.).....													+
+						" (spec.?).....													+
+					+	Astasia trichophora Ehrbg.....													+
+	+	+			+	" longifilis Perty.....	+	+	+	+	+	+							+

1904			1905			Das Zooplankton.							1904				1905									
Obere Elbe			Untere Elbe										September		Oktober	September			Oktober							
Nordseite	Mitte	Südseite	Nordseite	Mitte	Südseite								9	13	20	27	30	11.	5	12.	19	26.	3	10		
+						Trachelius ovum Ehrbg.																				
	+					Dileptus trachelioides Zach.																				
		+				Nassula elegans Ehrbg.							+	1												
						flava Clap. u. Lachm.																				
+	+		+			Chilodon cucullus (Ehrbg.)							+													
						uncinatus Ehrbg.								+	+											
	+					Aegyria fluviatilis Stein																				
						Glaucoma scintillans Ehrbg.																				
	+	+				Ophryoglena flavicans Lieberk.																				
+	+	+				Colpoda cucullus O. F. Müll.																				
+	+	+				Colpidium colpoda (Ehrbg.)																				
+	+	+	+	+		Paramecium aurelia (O. F. Müll.)							+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
						putrinum Clap. u. Lachm.																				
						Pleuronema chrysalis (Ehrbg.)								+												
Heterotricha.																										
	+					Spirostomum ambignum Ehrbg.																				
						teres Clap. u. Lachm.																				
+	+	+	+	+		Stentor coeruleus Ehrbg.							+	+	+	+	+	+	+							
+	+	+	+	+		niger Ehrbg.																				
+	+	+	+	+		polymorphus Ehrbg.							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+		Roeseii Ehrbg.							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oligotricha.																										
+	+	+	+	+	+	Arachnidium sulcatum																				
+	+		+			Codonella lacustris Entz.								+	+											
+	+		+	+		Tintinnidium fluviatile Stein									+											
Hypotricha.																										
					+	Urostyla grandis Ehrbg.																				
						Weissei Stein																				
+	+					Eroleptus agilis Ehrbg.																				
						musculus Ehrbg.																				
						piscis (O. F. Müll.)																				
+						Oxytricha (spec.?)																				
						Stylonychia mytilus (O. F. Müll.)																				
						secunda																				
+						Euplotes harpa (Stein)																				
+	+					charon (O. F. Müll.)																				
+	+	+				patella Ehrbg.																				
+		+				Aspidisca costata Duj.																				
+		+				lynceus Ehrbg.																				
Peritricha.																										
	+					Spirochona gemmipara Stein																				
	+	+	+			Cylochaeta spongillae Jackson																				
	+					Scyphidia spec.? (Auf Cyclops)																				
	+					Gerda fixa d'Udekem																				
	+	+				Astylozoon fallax. Engelm.																				
+	+	+	+	+	+	Vorticella alba From.																				
+	+	+	+	+	+	brevistyla d'Udek.																				
+	+	+	+	+	+	campanula Ehrbg.																				
+	+	+	+	+	+	communis From.																				

Obere Elbe	1904			1905			Das Zooplankton.							1904				1905			
	Untere Elbe		Obere Elbe	Untere Elbe			September			Oktober	September			Oktober							
	Nordseite	Mitte		Südseite	Nordseite		Mitte	Südseite	9.		13.	20.	27		30	11	5.	12.	19	26.	3.
+	+				+	Vorticella	convallaria L.			+	+								+		
+						„	crassicaulis Kent.					+									
	+				+	„	cucullus From.						+								
	+					„	cyathina O. F. Müll. (?)					+							+		
	+					„	dubia From.			+		+									
+						„	elongata From.					+									
						„	(spec.?)					+								+	
+					+	„	hamata Ehrbg.			+	+	+				+					
+	+				+	„	longifilum Kent.			+	+	+		+				+			
+	+				+	„	microstoma Ehrbg.			+	+	+		+				+	+		
+	+				+	„	(spec.?)			+	+	+		+				+	+	+	
+	+				+	„	nebulifera Ehrbg.			+	+	+		+				+	+	+	
+	+				+	„	nutans O. F. Müll.						+								
+	+				+	„	putrinum O. F. Müll.			+	+									+	
+					+	Carchesium	epistylis Clap. u. Lachm.			+	+										
+					+	„	polypinum (L.)			+	+	+		+						+	
+					+	Zoothamnium	alternans Clap. u. Lachm.														
+					+	„	arbuscula Ehrbg.			+	+			+						+	
+					+	„	dichotomum Wright							+							
+					+	„	(spec.?)			+	+	+		+				+	+	+	
+					+	„	simplex Kent.							+							
	+					Rhabdostyla	brevipes Clap. u. Lachm.							+							
+					+	Epistylis	articulata Goldf.							+							
+					+	„	coarctata Clap. u. Lachm.							+							
+					+	„	flavicans Ehrbg.			+	+	+	+					+	+		
+					+	„	plicatilis Ehrbg.			+	+	+	+					+	+	+	
					+	Opercularia	articulata Ehrbg.							+	+					+	
					+	„	Lichtensteinii Stein				+										
+					+	Cothurnia	crystallina Ehrbg.			+									+		
	+					„	curva							+							
	+					Pyxicola	curvata n. spec. ¹⁾			+	+	+									
					+	Vaginicola	globosa d'Udek.												+		
					+	Thuricola	operculata (Gruber)												+		
					+	Platycola	dilatata (From.)												+		
Suctorica.																					
+	+	+	+	+	+	Metacinet	mystacina (Ehrbg.)			+	+	+	+	+				+	+	+	
+	+	+	+	+	+	Staurophrya	elegans Zach.			+	+								+	+	
+	+		+	+	+	Podophrya	(spec.?)						+	+	+					+	
		+				„	elongata Clap. u. Lachm.			+											
+						„	mollis Kent.							+	+						
+						„	Steinii Clap. u. Lachm.							+	+						

¹⁾ *Pyxicola curvata* n. sp. Chitingehäuse mit kurzem gradem Stiel, von der Form einer ovalbauchigen Retorte mit kurzem, nach der Mündung etwas erweitertem, in einem Winkel von 130–140° zur Hauptachse gekrümmten Halse. Der bauchige Teil der Hülle meistens mit drei ringförmig verlaufenden Vertiefungen. Gesamtlänge 60–70 μ , größte Breite 30–35 μ , Einschnürung am Ansatz des Halses 18–20 μ , Länge des Stielchens 4–6 μ . In der Jugend ist das Gehäuse wasserhell, dann wird es durch Einlagerung von Ferrilydrat nach und nach bérnstein gelb bis kastanienbraun. (Salzwasser.) Abbildung folgt später in einer Abhandlung über die Ciliaten der Elbe.

1904				1905				Das Zooplankton.								1904				1905															
Obere Elbe		Untere Elbe		Obere Elbe		Untere Elbe																		September				Oktober		September				Oktober	
Nordseite	Mitte	Südseite		Nordseite	Mitte	Südseite																													
9	13	20	27	30	11	5	12	19	26	3	10																								

1904			1905			Das Zooplankton.						1904			1905												
Obere Elbe	Untere Elbe		Obere Elbe	Untere Elbe		September	Oktober	September	Oktober	September	Oktober	September	Oktober	September	Oktober												
	Nordseite	Mitte		Südseite	Nordseite											Mitte	Südseite	9.	13.	20.	27.	30.	11.	5.	12.	19.	26.
+			+	+	+											Brachionus spec.?	+				+	+	+				
+	+	+	+	+	+											" polyacanthus Ehrbg.											
+	+	+	+	+	+	" quadratus Gosse	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" " (var.?)					+																
+	+	+	+	+	+	" rubens Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" urceolaris Ehrbg.					+																
+	+	+	+	+	+	Schizocerca diversicornis v. Daday	+	+			+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Anuraea aculeata Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" var. brevispina Gosse																					
+	+	+	+	+	+	" cochlearis Gosse	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" testa Gosse	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" hypelasma Gosse	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" testudo Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Notholea acuminata (Ehrbg.)	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" foliacea (Ehrbg.)																					
+	+	+	+	+	+	" labris Gosse	+	+			+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" scapha Gosse					+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" (spec.?)						+	+														
+	+	+	+	+	+	" striata Ehrbg.	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Gastropus hypotopus (Ehrbg.)	+	+			+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Anapus ovalis Bergend.					+	+	+														
Crustacea. Copepoda.																											
+	+	+	+	+	+	Cyclops strenuus Fischer	+	+																			
+	+	+	+	+	+	" Lenckarti Claus.																					
+	+	+	+	+	+	" viridis Jurine	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Cantocamptus staphylinus Jurine																					
+	+	+	+	+	+	Nitocra hibernica Brady																					
+	+	+	+	+	+	Tachidius discipes Giesbrecht	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Eurytemora affinis Poppe	+	+	+	+	+	+	+														
Cladocera.																											
+	+	+	+	+	+	Daphnia hyalina Leydig																					
+	+	+	+	+	+	Hyalodaphnia encullata G. O. Sars	+																				
+	+	+	+	+	+	Ceriodaphnia pulchella G. O. Sars																					
+	+	+	+	+	+	Simoccephalus vetulus Schödler																					
+	+	+	+	+	+	Bosmina longirostris O. F. Müll.																					
+	+	+	+	+	+	" " a) brevicornis Hellich.																					
+	+	+	+	+	+	" " b) longirostris s. str.	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" " c) similis Lilljeb. Sars																					
+	+	+	+	+	+	" " d) cornuta Jurine	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" coregoni Baird.					+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Hiocryptus sordidus (Lúvin)	+				+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" agilis Kurz	+	+			+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Macrothrix laticornis Jurine					+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Lynceus quadrangularis O. F. Müll.						+	+														
+	+	+	+	+	+	" affinis Leydig																					
+	+	+	+	+	+	" rectangularis G. O. Sars	+	+	+	+	+	+	+														
+	+	+	+	+	+	" rostratus Koch																					
+	+	+	+	+	+	Leydigia quadrangularis (Leydig)																					
+	+	+	+	+	+	" acanthoeroides Fischer	+				+	+	+														
+	+	+	+	+	+	Alonella nana Baird.																					
+	+	+	+	+	+	Chydorus sphaericus (O. F. Müll.)	+				+	+	+														

Tabelle III. ¹⁾

Quantitative Zusammensetzung
für die untere Elbe die täglichen Mittelwerte

1904	9. September		13. September	
	Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe
Rotatoria.				
<i>Synchaeta tremula, pectinata</i> etc.	66 000	14 000	—	4 000
<i>Polyarthra platyptera</i>	73 000	396 000	135 000	163 000
<i>Triarthra breviseta</i> etc.	506 000	45 000	749 000	12 000
<i>Mastigocerca, capucina</i> etc.	2 132 000	1 110 000	1 258 000	254 000
<i>Brachionus angularis</i>	626 000	992 000	364 000	178 000
<i>Brachionus</i> , die übrigen Arten der Tabelle Ib	92 000	99 000	187 000	11 000
<i>Anuraea cochlearis</i>	139 000	148 000	281 000	35 000
" <i>tecta</i>	380 000	840 000	187 000	200 000
" <i>hypelasma</i>	3 478 000	1 740 000	3 785 000	349 000
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle Ib	43 000	100 000	53 000	21 000
Summe der Rotatorien	7 540 000	5 484 000	6 999 000	1 227 000
Crustacea.				
Copepoda a) ausgebildete	800	30 600	—	23 000
b) Nauplien	—	60 900	5 200	208 000
Cladocera	2 400	6 000	1 050	—
Summe der Crustaceen	3 200	97 500	6 250	231 000
<hr/>				
1905	5. September		12. September	
Rotatoria.				
<i>Synchaeta tremula, pectinata</i> etc.	—	—	—	—
<i>Polyarthra platyptera</i>	32 000	98 000	44 000	49 000
<i>Triarthra breviseta</i>	96 000	34 000	8 000	18 000
<i>Mastigocerca capucina</i> etc.	2 672 000	410 000	804 000	787 000
<i>Brachionus angularis</i>	16 000	159 000	32 000	179 000
<i>Brachionus</i> , die übrigen Arten der Tabelle Ib	48 000	134 000	28 000	79 000
<i>Anuraea cochlearis</i>	176 000	90 000	8 000	72 000
" <i>tecta</i>	352 000	472 000	168 000	407 000
" <i>hypelasma</i>	2 976 000	296 000	516 000	1 125 000
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle Ib	80 000	50 000	52 000	61 000
Summe der Rotatorien	6 448 000	1 743 000	1 660 000	2 777 000
Crustacea.				
Copepoda a) ausgebildete	300	24 900	300	9 000
b) Nauplien	—	323 000	500	73 000
Cladocera	2 550	7 900	3 050	5 500
Summe der Crustaceen	2 850	355 800	3 850	87 500

¹⁾ Tabelle II hinter der Tafelerklärung.

des Zooplanktons;
aus 3 Fängen (Nordseite, Mitte, Südseite).

20. September		27. September		30. September		10. Oktober	
Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe	Obere Elbe	Untere Elbe
—	100 000	10 000	10 000	21 000	—	104 000	102 000
34 000	98 000	78 000	83 000	20 000	105 000	40 000	63 000
884 000	879 000	109 000	187 000	—	83 000	20 000	42 000
1 126 000	1 348 000	410 000	159 000	343 000	207 000	56 000	43 000
346 000	1 040 000	36 000	166 000	—	145 000	—	—
86 000	73 000	5 000	45 000	—	62 000	—	6 000
139 000	208 000	78 000	170 000	62 000	166 000	60 000	142 000
502 000	636 000	181 000	284 000	179 000	395 000	116 000	112 000
3 050 000	2 222 000	972 000	187 000	301 000	322 000	12 000	—
88 000	180 000	44 000	75 000	74 000	107 000	48 000	39 000
6 255 000	6 784 000	1 923 000	1 366 000	1 000 000	1 592 000	456 000	519 000
—	10 350	—	32 550	—	20 800	—	21 050
4 150	77 600	2 100	360 550	2 100	156 000	1 600	115 450
10 400	3 750	8 300	7 600	16 650	12 500	3 200	4 600
14 550	91 700	10 400	400 700	18 750	189 300	4 800	141 400
19. September		26. September		3. Oktober		10. Oktober	
—	—	16 000	8 000	12 000	7 000	4 000	8 000
32 000	30 000	16 000	8 000	8 000	17 000	20 000	13 000
—	—	—	—	—	—	—	—
125 000	105 000	24 000	11 000	—	19 000	4 000	4 000
32 000	23 000	4 000	14 000	4 000	15 000	8 000	7 000
88 000	32 000	—	2 000	—	1 000	—	1 000
24 000	31 000	4 000	22 000	8 000	14 000	8 000	8 000
32 000	81 000	36 000	31 000	20 000	28 000	16 000	13 000
48 000	44 000	4 000	8 000	—	—	—	—
32 000	17 000	16 000	4 000	20 000	—	4 000	3 000
416 000	363 000	120 000	108 000	72 000	101 000	64 000	57 000
150	65 400	—	6 243 700	150	158 400	—	191 000
—	126 000	—	265 900	—	244 000	—	106 400
950	2 900	1 900	136 900	3 500	25 800	1 900	152 200
1 100	194 300	1 900	6 646 500	3 650	428 200	1 900	449 600

Tabelle IV.

Mittelwerte des Zooplanktons.

	Mittelwerte aus den Fängen beider Stationen		Mittelwerte aus allen Fängen	
	1904	1905	1904	1905
Rotatoria.				
Synchaeta tremula etc.	{ Obere Elbe Untere „	33 500 38 500	5 500 3 500	{ 36 000 4 500
Polyarthra platyptera.	{ Obere „ Untere „	63 500 151 500	25 500 36 000	{ 107 500 30 500
Triarthra breviseta etc.	{ Obere „ Untere „	378 000 208 000	17 500 8 500	{ 293 000 13 000
Mastigocerca capucina etc.	{ Obere „ Untere „	887 500 520 000	605 000 222 500	{ 704 000 414 000
Brachionus angularis.	{ Obere „ Untere „	228 500 420 000	16 000 66 000	{ 329 000 41 000
„ die übrigen Arten der Tabelle.	{ Obere „ Untere „	61 500 49 500	27 500 40 000	{ 55 500 34 000
Anuraea cochlearis.	{ Obere „ Untere „	126 500 144 500	38 000 39 500	{ 135 500 39 000
„ tecta.	{ Obere „ Untere „	257 500 441 000	104 000 172 000	{ 334 000 138 000
„ hypelasma.	{ Obere „ Untere „	1 933 000 803 500	590 500 245 500	{ 1 368 000 418 000
Alle übrigen Rotatorien der Tabelle.	{ Obere „ Untere „	58 500 87 000	34 000 22 500	{ 73 000 28 500
Summe der Mittelwerte der Rotatorien.	{ Obere Elbe Untere „	4 028 000 2 863 500	1 463 500 856 000	{ 3 435 500 1 160 500
Crustacea.				
Copepoden: a) ausgebildete ...	{ Obere Elbe Untere „	133 23 000	150 1 115 500	{ 11 500 557 500
b) Nauplien.	{ Obere „ Untere „	2 500 163 000	83 189 500	{ 83 000 95 000
Cladocera.	{ Obere „ Untere „	7 000 5 750	2 500 55 500	{ 6 500 29 000
Summe der Mittelwerte der Crustaceen.	{ Obere Elbe Untere „	9 500 192 000	2 500 1 360 500	{ 101 000 681 500
Summe der Mittelwerte aller Metazoen der Fänge.	{ Obere Elbe Untere „	4 037 500 3 055 500	1 466 000 2 216 500	{ 3 536 500 1 892 000

Tabelle V.

Das Zooplankton des Indiahafens am 10. Oktober 1905.

Rotatoria.

Philodina macrostyla	3 200
Rotifer vulgaris	16 800
Actinurus neptunius	4 000
Asplanchna priodonta	800
Triarthra longisetä	19 200
Monostyla bulla u. M. lunaris	7 200
Euchlanis dilatata u. macrura	1 600
Pterodina patina	800
Pompholyx sulcata	800
Brachionus angularis	32 000
„ pala	7 200
„ „ amphiceros	2 400
„ Bakeri	20 000
„ quadratus	5 800
„ rubens	2 400
Anuraea aculeata	75 200
„ brevispina	5 800
„ cochlearis	223 200
„ tecta	70 400
Notholca labis u. striata	4 000
Summe :	502 800

Crustacea.**Copepoda.**

Cyclops viridis u. and. Arten	7 200
Eurytemora affinis	2 400
Nauplien	348 800

Cladocera.

Hyalodaphnia cucullata	3 200
Bosmina longirostris-cornuta ♂	108 800
„ „ „ ♀, noch nicht völlig entwickelt ..	7 203 200
„ „ „ ♀, mit Eiern u. Brut	3 728 000
„ „ „ (Eier und Brut 7 107 200)	
Lynceus affinis, rostratus u. a. A.	150 400
Andere Cladoceren	16 000
Summe:	11 568 000

Tabelle VIa.

Mittlere Wasserstände der Elbe bei Hamburg
in den Monaten Juli, August, September und vom 1.—10. Oktober
(in Metern über Altnull).

1904	Hochwasser	Niedrigwasser	Mittel	1905	Hochwasser	Niedrigwasser	Mittel
Juli	4,951	2,878	3,915	Juli	5,156	2,983	4,065
August	5,047	2,984	3,522	August	5,136	3,029	4,083
September	4,664	2,712	3,688	September	5,100	3,013	4,057
Oktober, 1.—11.	5,192	3,196	4,194	Oktober, 1.—11.	5,481	3,379	4,430
Juli, August, September			3,708	Juli, August, September			4,068

Tabelle VIb.

Tägliche Wasserstände der Elbe
im September (in Metern über Altnull).

1904		1905		1904		1905		
	Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser
1.	4,750	2,740	5,640	3,200	4,780	2,835	5,090	3,230
		2,820						
2.	4,780	2,900	5,610	3,405	4,850	2,800	4,915	3,195
		2,850						
3.	4,800	2,840	5,720	3,410	5,115	3,120	5,220	3,290
		2,840						
4.	4,650	2,780	5,790	3,410	5,490	3,220	5,570	3,420
		2,780						
5.	4,730	2,940	5,750	3,650	5,405	3,230	5,515	3,285
		2,940						
6.	4,970	3,155	5,605	3,435	5,495	3,150	5,145	3,100
		3,155						
7.	4,785	2,790	5,675	3,195	5,215	2,960	5,260	3,040
		2,790						
8.	4,350	5,130	2,960	3,000	5,120	2,730	5,010	2,980
		5,130						
9.	4,130	2,415	5,240	3,000	4,620	2,540	5,200	3,030
		2,415						
10.	4,270	2,480	5,020	2,885	4,820	2,660	5,050	3,030
		2,480						
11.	4,310	2,500	5,125	2,850	4,750	2,687	5,300	3,070
		2,500						
12.	4,510	2,740	5,085	3,030	4,780	2,675	5,050	2,965
		2,740						
13.	4,910	2,915	3,140	3,140	4,590	2,645	5,200	3,040
		2,915						
14.	4,880	2,800	5,220	3,240	4,750	2,730	5,250	3,040
		2,800						
15.	4,750	2,800	5,220	3,240	4,605	2,645	5,250	3,290
		2,800						
16.	4,880	2,800	5,220	3,240	4,540	2,645	5,730	3,290
		2,800						

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 91

1904		1905		1904		1905			
Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser	Hochwasser	Niedrigwasser		
17.	3,460	2,600	5,510	3,560	24.	4,410	2,685	2,580	
	4,320	2,520				3,235	4,550	2,590	4,330
18.	4,220	2,500	4,935	2,990	25.	4,410	2,620	4,240	
		2,420	4,950	2,815		4,700	2,580	4,635	2,610
19.	3,970	2,850	4,495	2,730	26.	4,700	2,730	4,825	
	4,160	2,850	4,495	2,460		4,760	2,820	5,050	2,940
20.	4,050	2,390	4,650	2,660	27.	4,920	2,860	4,960	
	4,220	2,430	4,720	2,660		4,750	2,860	4,960	2,940
21.	4,060	2,400	5,040	2,790	28.	4,820	2,780	5,020	
	4,260	2,400	5,040	2,950		4,820	2,800	5,000	2,885
22.	4,150	2,410	4,730	2,700	29.	4,730	2,800	5,000	
	4,320	2,430	4,560	2,625		4,800	2,775	5,005	2,920
23.	4,360	2,470	4,490	2,615	30.	4,670	2,810	4,845	
	4,705	2,480	4,540	2,695		4,670	2,740	4,845	2,800
						4,670	2,765	5,020	2,855
						4,680	2,790	5,050	3,130
						4,720	2,790	5,060	

Tägliche Wasserstände der Elbe

vom 1.—10. Oktober.

1.	4,690	2,820	6,130	3,740	6.	4,940	3,070	5,815	3,660
	4,955	2,890	6,090	3,860		6,050	5,150	6,060	3,880
2.	5,080	3,205	5,570	3,510	7.	7,115	4,820		3,910
	4,905	3,140	5,785	3,315		6,020	3,380	5,570	3,325
3.	4,755	3,015	5,635	3,390	8.	5,555		5,020	3,020
	4,460	2,800	5,610	3,310		5,585	3,340	5,140	2,950
4.	4,635	2,845	5,320	3,220	9.	5,485	3,230	4,890	3,020
	4,550	2,760	5,390	2,940		5,430	3,210	5,580	3,305
5.	5,120	2,960	5,660	3,370	10.	4,960	2,910	5,140	3,050
		3,215	5,650	3,490		5,170	2,760	5,120	2,885

Literaturverzeichnis.¹⁾

1. Ahlborn, F. Über die Wasserblüte *Byssus flos aquae* und ihr Verhalten gegen Druck. — *Verhandl. d. Naturwiss. Ver. Hamburg*, 3. F. II., p. 25.
2. Amberg, O. Die von Schröder-Amberg modifizierte Sedgwick-Raftersche Methode der Planktonzählung. — *Biolog. Centrallbl.* XX, p. 283. 1900.
3. Apstein, C. Das Süßwasserplankton. Methode und Resultate der quantitativen Untersuchung. — *Kiel u. Leipzig. (Lipsius & Tischer)*. 1896.
4. Bachmann, H. Planktonfänge mittels der Pumpe. — *Biolog. Centrallbl.* XX, p. 386. 1900.
5. Blochmann, F. Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. — 2. Aufl. Hamburg (Gräfe & Sillem). 1895.
6. Bokorny, Th. Einige Versuche über die Abnahme des Wassers an organischer Substanz durch Algenvegetation. — *Arch. f. Hygiene* XIV, p. 202. 1892.
7. — Chemisch-physikalische Beiträge zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. — *Chemikerzeitung*, p. 21, 35, 53, 70. 1893.
8. — Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen und Infusorien. — *Arch. f. d. ges. Physiologie* LXIV, p. 262. 1896.
9. — Über die organische Ernährung grüner Pflanzen. — *Biolog. Centrallbl.* XVII, p. 1. 1897.
10. — Neuere Arbeiten über organische Pflanzenernährung und die Selbstreinigung der Flüsse. — *Naturwiss. Wochenschr.* XVI, p. 33. 1901.
11. Bornet et Flahault. Revision des Nostocacées hétérocystées. — *Ann. d. Sci. nat., Sér. VII, T. III, IV, V, VII.* 1886—88.
12. Brand, K. Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. — *Wissensch. Meeresunters. Abteil. Kiel.* N. F. III 2, p. 45. 1898.
13. — Über den Stoffwechsel im Meere. — *Das. N. F. IV*, p. 213. 1899.
14. Buchheister, M., u. Bensberg, E. Hamburgs Fürsorge für die Schiffbarkeit der Unterelbe. Hamburg (A. G. Neue Börsenhalle). 1901.
15. Burckhardt, G. Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätter Sees. — *Mitteil. d. Naturforsch. Ges. Luzern*, III, p. 1. 1900.
16. Bütschli, O. Protozoa. — *Bronns Klass. u. Ordn. d. Tierreichs.* Leipzig und Heidelberg (C. F. Winter). 1882—89.
17. Chodat. Algues vertes de la Suisse. — *Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz.* I, 3. Bern. 1902.
18. Claparède, E., et Lachmann, J. Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève et Bâle. 1868.
19. Cleve, P. T. Synopsis of the Naviculoid Diatoms. — *Kgl. Svenska Vetensk. Ak. Handl.* XXVI, Nr. 2, und XXVII, Nr. 3. 1894—95.
20. Cronheim, W. Die Bedeutung der pflanzlichen Schwebeorganismen für den Sauerstoffgehalt des Wassers. — *Plöner Berichte* XI, p. 276. 1904.
21. Dahl, F. Untersuchungen über die Tierwelt der Unterelbe. — 6. Bericht z. *Unters. d. deutsch. Meere*, III. Kiel. 1891.
22. Dolley, Ch. S. The Planktokrit, a centrifugal apparatus for the volumetric estimation of the food supply of oysters and other aquatic animals. — *Proc. Acad. of Nat. Sci. of Philadelphia*, p. 276. 1896.

¹⁾ Die vielen populären Schriften über die Unterelbe konnten in diesem Verzeichnis wissenschaftlicher Publikationen keine Berücksichtigung finden.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 93

23. Dixon-Nnttall, F. R., and Freemann, R. The Rotatorian genus *Diaschiza*. A monographic study with description of a new species. — Journ. Roy. Mic. Soc., p. 1. 1903.
24. Dujardin, M. F. Histoire naturelle des Zoophytes. Infusoires. — Paris. 1841.
25. Dünkelberg, F. W., und Hanamann. Die Reinigung des Wassers für kommunale, häusliche und gewerbliche Zwecke. Berlin (A. Seydel). 1906.
26. Ehrenberg, C. G. Organisation, Systematik u. geographisches Verhalten der Infusionstierchen. — Berlin. 1830.
27. — Zur Erkenntnis der Organisation in der Richtung des kleinsten Raumes. — Berlin. 1832—34.
28. — Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. — Leipzig (Leopold Voß). 1838.
29. Eckstein, C. Die Rotatorien der Umgegend von Gießen. — Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXIX, p. 343. 1883.
30. Ekman, Sven. Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. — Zool. Jahrb. XXI, p. 156 u. 157. 1904.
31. Emmerich, C. Über die Beurteilung des Wassers vom bakteriologischen Standpunkt. Berlin (J. Springer). 1904.
32. Eyffert, B. Die einfachsten Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. 3. Aufl. Braunschweig. 1900.
33. Fischer, F. Das Wasser, seine Verwendung u. Reinigung. 3. Aufl. Berlin. 1902.
34. Forel, F. A. Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. — Bull. de la Soc. vaudoise des Sci. nat. XIII—XVI. 1874—79.
35. — Étude sur les variations de la transparence des eaux du lac Léman. — Arch. des Sci. phys. et d'hist. nat. Genève LIX. 1877.
36. — Le Léman. Monographie limnétique. — Lausanne (F. Rouge). 1892—1902.
37. Francé, H. Zur Biologie des Planktons. — Biolog. Centralbl. XIV, p. 33—38. 1894.
38. Frenzel, Joh. Die Diatomeen und ihr Schicksal. — Naturwissensch. Wochenschr., p. 157. 1897.
39. — Zur Planktonmethodik. Biolog. Centralbl. XVII, p. 190 u. 365. 1897.
40. Frič, A., und Vávra, V. Untersuchung des Elbflusses und seiner Altwässer. Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. — Arch. d. naturwiss. Landesdurchforsch. Böhmens XI. 3. 1901.
41. Fuhrmann, O. Zur Kritik der Planktontechnik. Biolog. Centralbl. XIX, p. 584. 1899.
42. Gomont, M. Monographie des Oscillariées. — Ann. Sci. nat., sér. VII, T. XV, XVI. 1893.
43. Hansgirt. Prodromus der Alpenflora von Böhmen. — Arch. d. naturwiss. Landesdurchforsch. i. Böhmen V Nr. 6, u. VIII, Nr. 4. 1886—92.
44. Hartwig, W. Zur Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. — Plöner Berichte V, p. 115, u. VI, p. 140. 1897—98.
45. — Die niederen Crustaceen des Müggelsees und des Saaler Boddens während des Sommers 1897. Plöner Berichte VII, p. 29. 1899.
46. Hensen, V. Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren. 5. Ber. d. Kommiss. f. wiss. Unters. d. deutsch. Meere. Kiel. 1887.
47. — Ergebnisse der Untersuchungen bei der Planktonexpedition. — Ergebnisse der Planktonexpedition. Kiel. 1895.
48. — Bemerkungen zur Planktonmethodik. — Biolog. Centralbl. XVII, p. 510. 1897.

- 94 Richard Volk. Studien über die Einwirkung der Trockenperiode
49. Hensen, V. Über die quantitative Bestimmung der kleinen Planktonorganismen und über den Diagonalzug mittels geeigneter Netzformen. — *Wiss. Meeresunters.* N. F. V. Kiel. 1901.
 50. Heureka, van. *Traité des Diatomées.* — Antwerpen. 1899.
 51. Hofer, B. Über die Mittel und Wege zum Nachweis von Fischwasser-Verunreinigungen durch Industrie- und Städte-Abwässer. — *Allgem. Fischerei-Zeitung XXVI*, p. 419. 1901.
 52. — Über eine einfache Methode zur Schätzung des Sauerstoffgehaltes im Wasser. — *Das.* XXVII, p. 408. 1902.
 53. — *Handbuch der Fischkrankheiten.* — München. 1904.
 54. Hoppe-Seyler. Über die Verteilung absorbierter Gase im Wasser des Bodensees etc. *Schrift d. Ver. d. Gesch. d. Bodensees.* Heft 24. 1895.
 55. Hudson, C. T., and Gosse, P. H. *The Rotifera or Wheel-Animalcules.* — London (Longmans, Green and Co.) 1889.
 56. Jäger, H. Naturwissenschaftliches und Sanitäres über Flußverunreinigung und Selbstreinigung. — *Württemb. Med. Corr.* 1896.
 57. Imhof. Die Fauna der Süßwasserbecken. — *Zool. Anz.* XI, p. 166 u. 185. 1888.
 58. — Die Zusammensetzung der pelagischen Fauna der Süßwasserbecken. *Biolog. Centralbl.* XII, p. 171 u. 200. 1892.
 59. v. Istvánffy, G. D. Die Vegetation der Budapester Wasserleitung. — *Bot. Centralbl.* LXI, p. 7. 1895.
 60. Kent, W. S. *A manual of the Infusoria.* — London (D. Bogue). 1880—82.
 61. Kirchner, O. *Die mikroskopische Pflanzenwelt des Süßwassers.* Hamburg. (Gräfe & Sillem). 1891.
 62. — *Algen.* — *Kryptogamenflora v. Schlesien v. Ferd. Cohn.* II. 1. Hälfte. Berlin. 1878.
 63. Klebahn, H. Gasvacuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütbildenden Algen. *Flora* LXXX, p. 241. 1895.
 64. — Über wasserblütbildende Algen. — *Pflöner Berichte* IV, p. 189. 1896.
 65. — Bericht über einige Versuche, betreffend die Gasvacuolen der *Glocotrichia echinulata.* — *Dasselbst* V, p. 166. 1897.
 66. Klunzinger, C. B. Die Lehre von den Schwebewesen des süßen Wassers oder Untersuchungsweisen und Ergebnisse der Limnoplanktologie mit besonderer Rücksicht auf die Fischerei. — Charlottenburg. 1897.
 67. Klunzinger, C. B. Über die physikalischen, chemischen und biologischen Ursachen der Farbe unserer Gewässer. — *Jahresber. d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg*, LVII, p. 321. 1901.
 68. Knauth, K. Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. — *Biol. Centralblatt* XVIII, p. 785. 1895.
 69. Knörrieh, W. Studien über die Ernährungsbedingungen einiger für die Fischproduktion wichtiger Mikroorganismen des Süßwassers. — *Pflöner Ber.* VIII, p. 1. 1901.
 70. Knudsen, M. Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Meerwassers und dem Plankton des Meeres. — *Ann. d. Hydrogr.* XXIV, p. 463. 1896.
 71. Kochs. Über künstliche Vermehrung kleiner Crustaceen. — *Biolog. Centralbl.* XII, p. 599. 1892.
 72. Kofoid, C. A. On some important sources of error in the Plankton method. — *Sci.* VI, p. 829. 1897.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 95

73. Kofoid, C. A. Plankton studies. I. Methods and apparatus in use in Plankton investigations at the biological experimental station of the university of Illinois. — Bull. of the Illin. stat. Labor. of Nat. hist. II. 1897.
74. — The Plankton of the Illinois river 1894—1899 with introductory notes upon the Hydrography of the Illinois river and its Basin. I. Quantitative investigations and general results. Dasselbst VI, p. 95—629. 1903.
75. Kolkwitz, R. Gibt es Leitorganismen für verschiedene Grade der Verschmutzung des Wassers? — Verhandl. d. Ver. deutsch. Naturforsch. u. Ärzte, 73. Vers. II. 1. Hälfte. Leipzig. 1902.
76. — Beiträge zur biologischen Wasserbeurteilung. Trinkwasseruntersuchung. — Mitteil. d. Kgl. Prüf.-Anst. f. Wasserversorg. u. Abwässerbeset. 2, p. 23. 1903.
77. — Über Bau und Leben des Abwasserpilzes *Leptomitus lacteus*. — Das. p. 34. 1903.
78. — Die Beurteilung der Talsperrenwässer vom biologischen Standpunkt. — Journ. f. Gasbeleucht. u. Wasserversorg., p. 3. 1905.
79. Kolkwitz, R., u. Marsson, M. Grundsätze der biologischen Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. — Mitteil. d. Kgl. Vers.-Anst. f. Wasservers. u. Abwässerbeset. I, p. 33. 1902.
80. König, J. Die Verunreinigung der Gewässer. 2. Aufl. Berlin. 1899.
81. — Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Flüsse. — Berlin (P. Parey). 1903.
82. Krämer, A. Über die Zentrifugierung des Planktons. — Ban der Korallenriffe. Kiel u. Leipzig (Lipsius & Tischer). 1897.
83. — Die Messung des Planktons mittels der Zentrifuge und die damit erreichten Resultate in der Südsee und in den heimischen Gewässern. — Verhandl. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte. 68. Vers. II, p. 176. 1897.
84. Kraepelin, K. Die Fauna der Hamburger Wasserleitung — Abhandl. d. Naturwiss. Ver. Hamburg, IX, p. 1. 1885.
85. Kraut, K. Welche Bedeutung hat der Zufluß der Effluvia der Chlorkalkfabriken bei Staßfurth, Aschersleben und Bernburg für den Gebrauch des Elbwassers. Hannover. 1884.
86. — Neuere Untersuchungen über die Zuflüsse der Saale im Hinblick auf den Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal. Darmstadt. 1890.
87. — Gutachten in Sachen der Stadt Magdeburg gegen die Mansfeldsche Gewerkschaft und Genossen. Hannover. 1896.
88. — Zweites Gutachten in derselben Sache. Hannover. 1899.
89. Kraut, K., und Launhardt, W. Der Staßfurt - Magdeburger Laugenkanal. Darmstadt. 1888.
90. Kützing, F. Fr. Die kieselschaligen Bacillariaceen oder Diatomeen. — Nordhausen (Fürstemann). 1865.
91. — Tabulae phycologicae I—XIX. — Dasselbst. 1871.
92. Lampert, K. Das Leben der Binnengewässer. — Stuttgart. 1896—98.
93. Lauterborn, R. Über die Winterfauna einiger Gewässer. — Biol. Centralblatt XIV, p. 390. 1894.
94. — Die sapropelische Lebewelt. — Zool. Anz. XXIV, p. 50. 1901.
95. — Beiträge zur Mikrofauna und -flora der Mosel, mit besonderer Berücksichtigung der Abwasserorganismen. — Zeitschr. f. Fischerei u. d. Hilfswiss. IX, p. 1 (Extr. Zool. Cbl. VIII, p. 535.) 1901.
96. — Die Ergebnisse einer biologischen Probeuntersuchung des Rheins. — Arbeiten v. d. Kais. Gesundh.-Amt, XXII, 3. 1905.
97. Leidy, J. Fresh-water Rhizopods of North America. Washington. — Rep. of the U. S. Geol. surv. of the Territories, Washington XII. 1879.

98. Lemmermann, E. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., XVIII, 1900 u. XXII, 1904. — Plöner Ber. XI, 1904 u. XII, 1905. 1900—05.
99. Leydig, F. Naturgeschichte der Daphniden. — Tübingen (Laupp). 1860.
100. Liljeborg, W. Cladocera Sueciae oder Beitrag zur Kenntnis der in Schweden lebenden Krebstiere von der Ordnung der Branchiopoden und der Unterordnung der Cladoceren. — Nov. Act. Reg. Soc. Sci. Upsalliensis, Ser. III, Vol. XIX. 1901.
101. Lindau, Schiemenz, Marsson, Elsner, Proskauer und Thiesing. Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorflutssysteme der Bäke, Nulthe, Panke und Schwärze. — Vierteljahrsschr. f. gerichtliche Med. u. öff. Sanitätswesen 3. F. XXI. Suppl. 1901.
102. Linsbauer, L. Die Lichtverhältnisse des Wassers. — Verhandl. der Zool.-Bot. Ges. Wien. 1898.
103. Lohmann, H. Über das Fischen mit Netzen aus Müllergaze Nr. 20. — Wiss. Meeresunters. d. Kommiss. z. Unters. d. deutsch. Meere, Abt. Kiel. N. F. V, p. 47. 1901.
104. — Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Branchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden. — Dasselbst N. F. VII. 1902.
105. Löw und Bokorny. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene, XII, p. 261. 1891.
106. Marsson, M. Planktologische Mitteilungen. — Ztschr. f. angew. Mikr., IV, p. 169, 197, 225 u. 253. 1898—99.
107. — Zur Kenntnis der Planktonverhältnisse einiger Gewässer der Umgebung von Berlin. — Plöner Berichte, VIII, p. 1. 1900.
108. — Untersuchung der Berliner Tiergartengewässer. — Mitteil. d. Brandenb. Fischereiver., Heft 2, p. 197. 1900.
109. — Die Fauna und Flora des verschmutzten Wassers und ihre Beziehungen zur biologischen Wasseranalyse. — Plöner Berichte, X, p. 60. 1903.
110. — Beiträge zur biologischen Wasserbeurteilung. Flussschlammuntersuchung. — Mitteil. a. d. Kgl. Prüf.-Anst. f. Wasservers. u. Abwässerbes., 2, p. 27. 1903.
111. — Die Abwasserflora und -fauna einiger Kläranlagen bei Berlin und ihre Bedeutung f. d. Reinigung der städtischen Abwässer. Dasselbst 4, p. 125. 1904.
112. Marsson, M., und Schiemenz, P. Die Schädigung der Fischerei in der Prene durch die Zuckerfabrik in Anklam. — Zeitschr. f. Fischerei, IX 1, p. 25. 1901.
113. Merckel, Curt. Die Notwendigkeit der Reinhaltung der deutschen Gewässer etc. von Dr. med. G. Bonne, Leipzig, 1901. Besprechung in d. deutschen Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, XXXIV, p. 499—505. 1902.
114. Mez, C. Mikroskopische Wasseranalyse. — Breslau. 1898.
115. Migula, W. Handbuch der Morphologie, Entwicklungsgeschichte und Systematik der Bakterien. — Jena (H. Fischer). 1897—1900.
116. Molisch, H. Die sog. Gasvacuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. — Botan. Zeit. LXI, p. 47.
117. Montgomery, Th. H. On the morphology of the Rotatorian family Flosculariidae. — Proc. of the Ac. of Nat. Sci. Philadelphia, p. 363. 1903.
118. Moore, G. T. The contamination of public water supplies by Algae. — Yearb. of Departm. of Agriculture, p. 175. Washington 1902.
119. Moore, G. T., and Kellermann, K. A method of destroying or preventing the growth of Algae and certain pathogenic Bacteria in water supplies. — U. S. Departm. of Agriculture. Bull. Nr. 64, p. 1. Washington. 1901.

im Sommer 1901 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 97

120. Müller, O. G. Der Apparat „Tenax“ zur Bestimmung der Wassergase. — Plöner Berichte, X, p. 177. 1903.
121. Müller, O. Die Bacillariaceen im Plankton des Müggelsees bei Berlin. — Zeitschr. f. Fischerei u. deren Hilfswissenschaften. Heft 6. 1895.
122. Neubauer, C., und Vogel, J. Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Gases. 10. Aufl. Wiesbaden (Kreidel). 1898.
123. Oesten, G. Nutzbarmachung der Abwässer für die Fischzucht. — Gesundheits-Ingenieur, XXII, p. 117. 1899.
124. Ohlmüller, W. Untersuchung des Wassers. 2. Aufl. Berlin. 1896.
125. Ostwald, W. Zur Theorie des Planktons. — Biol. Centrbl., XXII, p. 596. 1902.
126. — Über eine neue theoretische Beobachtungsweise in der Planktologie. — Plöner Berichte, X, p. 1. 1903.
127. — Theoretische Planktonstudien. — Zool. Jahrb., Abt. Syst., XVIII, p. 1. 1903.
128. Papenhausen, O. Über das Vorkommen von Bakterien im destillierten Wasser. — Pharm. Zeit. XLVI, Nr. 101, p. 1004. 1901.
129. Penard, E. Faune rhizopodique du Bassin du Léman. Genève H. Kündig. 1902.
130. Penard, E. Les Heliozoaires d'eau douce. Genève (H. Kündig). 1901.
131. — Les sarcodines des grands lacs. Genève (H. Kündig). 1905.
132. Perty, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen in der Schweiz. Bern 1852.
133. Pettenkofer, M. v. Besprechung über die Schwemmanlagen Münchens. — Münch. Allg. Zeit. 22. Juni. 1890.
134. — Die Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem von München. — München (Rieger). 1901.
135. — Zur Schwemmkanalisation in München. — München (Lehmann). 1901.
136. — Zur Verunreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene XII, p. 269. 1901.
137. — Über die Selbstreinigung der Flüsse. — Verh. d. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte I, p. 933. 1902.
138. Pfeffer, W. Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1. Leipzig (W. Engelmann). 1897.
139. Pfeffer und Eisenlohr. Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene XIV. 1892.
140. Plate, L. Beitrag zur Naturgeschichte der Rotatorien. — Jen. Ztschr. f. Naturwiss. XIX (N. F. XII). 1886.
141. Poppe, S. A. Notizen zur Fauna der Süßwasserbecken des nordwestlichen Deutschlands. — Abhandl. d. Naturw. Ver. Bremen, X, 3, p. 517. 1889.
142. Pritchard, A. A history of Infusoria. — London (Whittaker and Co.) 1861.
143. Rauschenplat, E. Über die Nahrung der Tiere aus der Kieler Bucht. — Wiss. Meeresunters. N. F. V. Kiel. p. 83. 1901.
144. Reinke, J. J. Der Typhus in Hamburg (Friedrichsen & Co.) 1890.
145. Richters, F. Anomaloecera in der Elbe. — Verhandl. d. Ver. f. naturw. Unterh. Hamburg III, p. 33. 1876.
146. Rousselet, C. On Floscularia pelagica. — Journ. Roy. micr. Soc. p. 144. 1893.
147. — The genus Synchaeta. — Dasselbst. p. 269. 1902.
148. Roux, J. Faune infusorienne des eaux stagnantes des environs de Genève. — Gen. (H. Kündig). 1901.
149. Rubner und Schmidtman. Gutachten d. Kgl. wissensch. Deputat. f. Medizinalwes. üb. d. Einwirkung d. Kalifabrik-Abwässer a. d. Flüsse. — Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Mediz. u. öffentl. Sanitätswesen. 3. Folge, XXI (Suppl.). 1901.
150. Ruttner, Fr. Üb. d. Verhalten des Oberflächen-Planktons zu verschied. Tageszeiten etc. — Plöner Berichte XII. 1905.

151. Salomon. Üb. bakteriolog., chem. u. physikal. Rheinwasser-Untersuchungen. — Vierteljahrsschr. für gerichtl. Mediz. u. öff. Sanitätswesen. 3. Folge, XXI, p. 25 (Supplem.). 1901.
152. Schaudinn, F. Heliozoa. — Das Tierreich. Berlin, Friedländer u. S. 1896.
153. Schenk, H. Über die Bedeutung der Rheinwasservegetation für die Selbstreinigung des Rheins. — Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege. 1893.
154. Schiemenz, P. Wasserbiologie und Fischerei. — Mitteil. d. Brandenb. Fischereiver., 2. Heft. 1901.
155. — Industrie und Fischerei. — Fischereizeit., Heft 8—10. 1902.
156. Schilling, A. J. Über die tierische Lebensweise der Peridineen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. IX, p. 199. 1891.
157. — Die Süßwasserperidineen. — Dissert. Marburg. 1891.
158. Schmeil, O. Deutschlands freilebende Süßwasserocepoden. — Bibl. zool. Stuttg. 1892—96.
159. Schmidt, A. Atlas der Diatomeenkunde. Heft 1—65. Leipz. (Reisland). 1874—1906.
160. Schmidt, J., und Weis, Fr. Die Bakterien. Aus dem Dänischen übers. v. E. Chr. Hansen. Jena (G. Fischer). 1901.
161. Schorer, Th. Lübecks Trinkwasser. — Lübeck (R. Seelig). 1877.
162. — Chemische Untersuchungen zur Feststellung des Einflusses der Sielleitungen der Stadt Lübeck auf die umgebenden Gewässer. — Lübeck (Granthoff). 1883.
163. Schorler, B. Die Bedeutung der Vegetation auf die Selbstreinigung der Flüsse. — Isis. 7. Abh., p. 79. 1895.
164. — Die Phanerogamen-Vegetation in der verunreinigten Elster und Lupe — Ztschr. f. Fischerei u. deren Hilfswiss. 5. 1896.
165. — Gutachten über die Vegetation der Elbe bei Dresden und ihre Bedeutung für die Selbstreinigung derselben. — Zeitschr. f. Gewässerkunde 1898. Heft 1, p. 5. 1898.
166. — Das Plankton der Elbe bei Dresden. — Dasselbst 1900, Heft 1, p. 1. 1900.
167. — Beiträge zur Biologie der verunreinigten Wasserläufe. — Dasselbst, Heft 4. p. 219. 1900.
168. Schröder, B. Das pflanzliche Plankton der Oder. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. XV, 9, p. 482. 1897.
169. — 2. Veröffentl. — Pflöner Berichte VII, p. 15. 1898.
170. — Über die Ökologie d. Süßwasseralg. — Sitz. Ber. d. zool. bot. Sekt. v. 3. März. Breslau. 1898.
171. Schucht, F. Das Wasser und seine Sedimente im Flutgebiet der Elbe. — Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geolog. Landesanst. u. Bergakad. XXV, 3, p. 431. 1904.
172. Schütt, Fr. Analytische Planktonstudien. — Kiel u. Leipz. (Lipsius & Tischer). 1892.
173. Seligo, A. Hydrobiologische Untersuchungen. — Schrift. d. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F. VII, 3, p. 43. 1890.
174. Skorikow, A. S. Die Erforschung des Potamoplanktons in Rußland. — Biol. Centrbl. XXII, p. 551. 1902.
175. — Über das Sommerplankton der Newa und aus einem Teil des Ladogasees. — Dasselbst XXIV, p. 353. 1904.
176. — Beobachtungen über das Plankton der Newa. — Dasselbst XXV, p. 5. 1905.
177. Spitta, O. Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. — Arch. f. Hygiene XXXVIII, p. 160 u. 215. 1900.
178. Stein, F. Der Organismus der Infusionstiere. — Leipz. (W. Engelmann). 1859—1883.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 99)

179. Steuer, A. Das Zooplankton der alten Donau bei Wien. — Biol. Centrbl. XX. 1900.
180. — Die Entomostrakenfauna der alten Donau bei Wien. — Zool. Jahrb. Abt. f. Syst. etc. XV 1. 1902.
181. Stingelin, Th. Die Cladoceren der Umgebung von Basel. — Rev. suisse de Zool. III, p. 161. 1895.
182. — Über die jahreszeitliche, individuelle und lokale Variation der Crustaceen, nebst einigen Bemerkungen über die Fortpflanzung der Daphniden und Lynceiden. Plöner Berichte V, p. 150. 1897.
183. — Bemerkungen über die Fauna des Nacenburger Sees. — Rev. suisse de Zool. IX, p. 315. 1901.
184. Strodtmann, S. Bemerkungen über die Lebensverhältnisse des Planktons. — Plöner Berichte III, p. 145. 1895.
185. — Planktonuntersuchungen in holsteinischen und mecklenburgischen Seen. — Dasselbst IV, p. 273. 1896.
186. — Über die vermeintliche Schädlichkeit der Wasserblüte. — Dasselbst VI, p. 206. 1898.
187. Strohmeier, O. Die Algenflora des Hamburger Wasserwerkes. — Leipz. (A. Warnecke). 1897.
189. Thiemann, F., und Gärtner, A. Die chemische und mikroskopisch-bakteriologische Untersuchung des Wassers. — 4. Aufl., Braunsch. (F. Vieweg u. S.). 1895.
190. Timm, R. Copepoden. Hamburg. Elbuntersuch. VI. — Dieses Jahrb. XX, 2. Beiheft, p. 291. 1903.
191. — Cladoceren. Hamburg. Elbuntersuch. VII. — Dieses Jahrb. XXII, 2. Beiheft, p. 229. 1905.
192. Toni, J. B. de. Sylloge algarum. — Padua. 1889—1905.
193. Udekem, M. J. d'. Description des Infusoires de la Belgique. — Bruxelles. 1862.
194. Uffelmann, J. Die Selbstreinigung der Flüsse mit besonderer Berücksichtigung der Städtereinigung. — Berliner klin. Wochenschr. 1892.
195. Voigt, M. Beiträge zur Methodik der Planktonfischerei. — Plöner Berichte IX, p. 87. 1902.
196. Volk, R. Zur Planktonmethodik. — Zool. Anzeig. XXIV, p. 278. 1901.
197. — Die bei der Hamburgischen Elbuntersuchung angewandten Methoden der quantitativen Ermittlung des Planktons. — Dieses Jahrb. XVIII, 2. Beiheft, p. 137. 1901.
198. — Hamburgische Elbuntersuchung I. Allgemeines über die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg und über die Einwirkung der Siewässer auf die Organismen des Stromes. Dasselbst XIX, 2. Beiheft, p. 65. 1903.
199. Walter, E. Das Plankton und die praktisch verwertbaren Methoden der quantitativen Untersuchung für den Fischfang. — Neudamm (J. Neumann). 1899.
200. Ward, H. B. A comparative study in methods of Plankton measurement. — Trans. Am. Micr. Soc. XXI, p. 227. 1900.
201. Warming. Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Eine Einführung in die Kenntnis der Pflanzenvereine. 2. Aufl. 1902.
202. Weber, E. Faune rotatorienne du Bassin du Léman. — Rev. suisse de Zool. p. 264 u. 355. 1898.
203. Weigelt, C. L'assainissement et le repeuplement des rivières. — Berlin (C. Heymann). 1904.

- 100 Richard Volk. Studien über die Einwirkung der Trockenperiode
204. Weigelt, C. Beiträge zur chemischen Selbstreinigung der Gewässer. Ber. d. 5. Internat. Kongr. f. angew. Chemie. 1904.
205. — Beiträge zur Lehre von den Abwässern. — D. chem. Indust. Nr. 14—19. 1904.
206. Weismann, A. Das Tierleben im Bodensee. — Lindau. 1877.
207. Wesenberg-Lund, C. Über dänische Rotiferen und über die Fortpflanzung der Rotiferen. — Zool. Anz. XXI, p. 200. 1898.
208. — Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spez. Gewicht des Süßwassers. — Biolog. Centrbl. XX, p. 606 u. 644. 1900.
209. — Studier von de Danske Soers Plankton. — Kjøbenhavn (Gyldendalske Boghandel). 1904.
210. West, W., and West, S. S. A monograph of the British Desmidiaceae. London. 1904—05.
211. Whipple, G. C. The microscopy of drinking water. — New York. 1899.
212. Wibel, F. Die Schwankungen im Chlorgehalt und Härtegrad des Elbwassers bei Hamburg. — Abhandl. d. Naturw. Ver. Hamburg, X. 1887.
213. Yung, E. Des variations quantitatives du plancton dans le lac Léman. — Arch. des Sci. Phys. et Nat. Genève, ser. 4 vol. VIII, p. 1, vol. XIV, p. 119. 1899 u. 1902.
214. Zacharias, O. Die mikroskopische Organismenwelt des Süßwassers und ihre Beziehung zur Ernährung der Fische. — Jahresber. d. Centr. Fisch.-Ver. f. Schlesw.-Holst. 1893.
215. — Quantitative Untersuchungen über das Limnoplankton. — Plön. Berichte IV, p. 1, 1896.
216. — Das Potamoplankton. — Zool. Anz. XXI, p. 41. 1898.
217. — in Verbindung mit Aptein, Clessin, Forel u. a. Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. 2 Bände. Leipz. (J. J. Weber). 1891.
218. Zimmer, C. Das tierische Plankton der Oder. — Plöner Berichte VII, p. 1. 1899.
219. Zopf, W. Die Spaltpilze. — Encykl. d. Naturw. Breslau (J. Trewendt). 1883.
220. Zschokke, F. Die Tierwelt der Hochgebirgseen. — Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. XXXVII. 1900.
221. Zykoff, W. Die Protozoën des Potamoplanktons der Wolga bei Saratow. — Zool. Anz. XXV, p. 177. 1902.
222. — Bemerkungen über das Winterplankton der Wolga bei Saratow. — Dasselbst XXVI, p. 544. 1903.
223. — Über das Plankton des Flusses Seim. — Dasselbst XXVII, p. 214. 1901.

im Sommer 1904 auf die biologischen Verhältnisse der Elbe bei Hamburg. 101

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Die bei den Arbeiten auf dem Strom verwandten Staatsfahrzeuge.

Fig. 1. Der Dampfer „**Nordereibe**“. An der Seite die Vorrichtung zu qualitativen Streckenfängen, bestehend aus dem 5 Meter langen Schöpfrohr und einem angehängten Planktonnetz (vgl. p. 55).

Fig. 2. Die an flachen Stellen benutzte Motorbarkasse „**Strom- und Hafenubau XI**“.

Der Diener hält ein soeben aufgezo-
genes Hensen-Apsteinsches
Planktonnetz.

Tafel II. Das Zählmikroskop (vgl. 197 p. 167).

Fig. 1. Das Mikroskop in Schiefstellung.

Fig. 2. Die Schiefstellvorrichtung (Klappbrett mit Bügeln und Stell-
schrauben).

Fig. 3. Das Mikroskop in aufrechter Stellung.

Karte des Untersuchungsgebietes.

1. Fangstation „Oberelbe“ bei Gauert.
 2. 3. 4. Fangstation „Untereibe“ bei Schulau.
 - a. Schöpfstelle bei der Pumpstation der Wasserwerke.
 - b. Kaltehoie mit den Filterwerken.
 - c. Wasserwerke in Rothenburgsort.
 - d. d. d. Hafengebiet.
 - e. f. Elbbrücken.
 - gst. Haupt-Sielmündungen.
 - i. Indiahafen.
-

Eingegangen am 25 Juni 1906

angstellen.

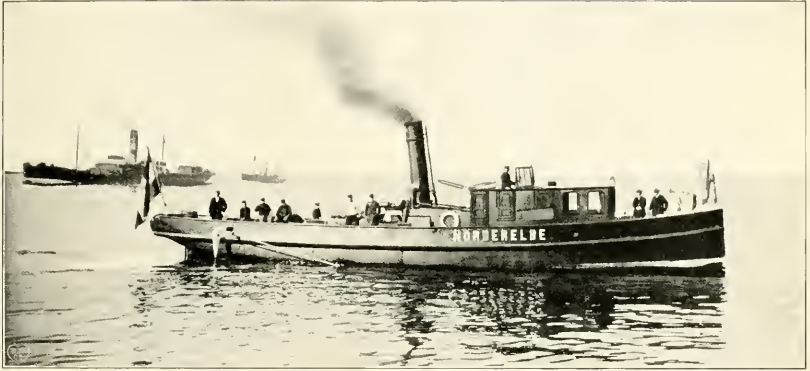
27. September

Untere Elbe

Nordseite	Mitte	Südseite
10 000	g.	21
83 000	83 000	8
239 000	125 000	19
218 000	104 000	15
135 000	197 000	16
73 000	21 000	4
145 000	156 000	20
353 000	208 000	29
239 000	125 000	19
65 000	94 000	6
1 560 000	1 113 000	1 12
45 750	27 000	2
386 900	230 900	46
10 400	g.	1
443 050	257 900	50

26. September

35. 35. 35.		21 000	g.
	g.	21 000	g.
		32 000	g.
		32 000	g.
6 000		36 000	g.
7 000	g.		g.
7 000		28 000	3
9 000		84 000	g.
—		24 000	
g.		12 000	g.
29 000		264 000	3
4 812 800		998 400	12 920
25 600		8 000	764
112 000		12 800	280
4 950 400		1 019 200	13 970



R. Volk phot.

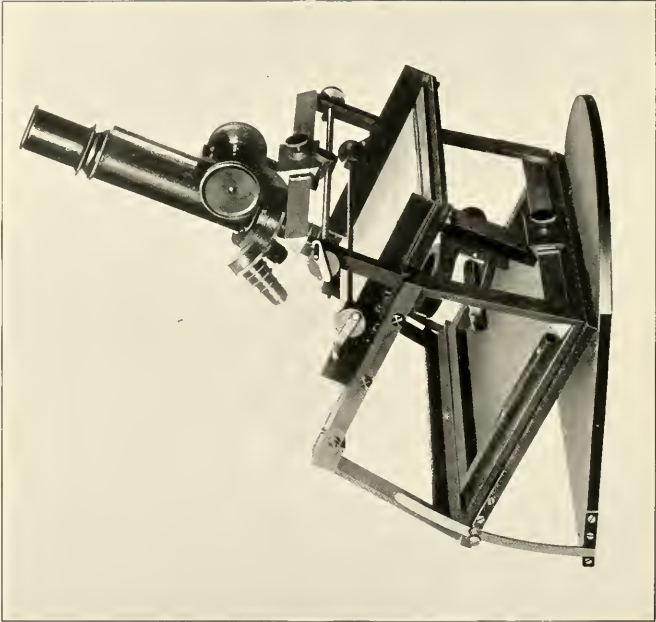
Figur 1.



P. Martini phot.

Figur 2.

Richard Volk: Hamburgische Elb-Untersuchung VIII.



Figur 1



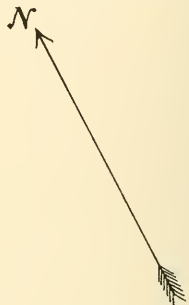
R Volk phot.

Figur 2.

Figur 3

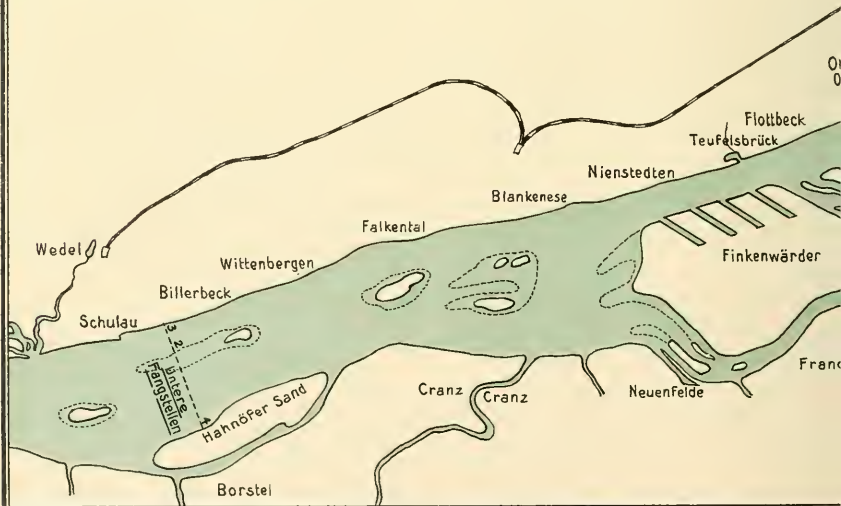
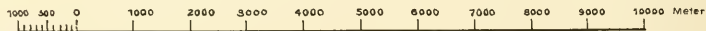
Richard Volk: Hamburgische Elb-Untersuchung VIII.

KARTE ZUR Hamburgischen Elbuntersuchung. 1904/05.

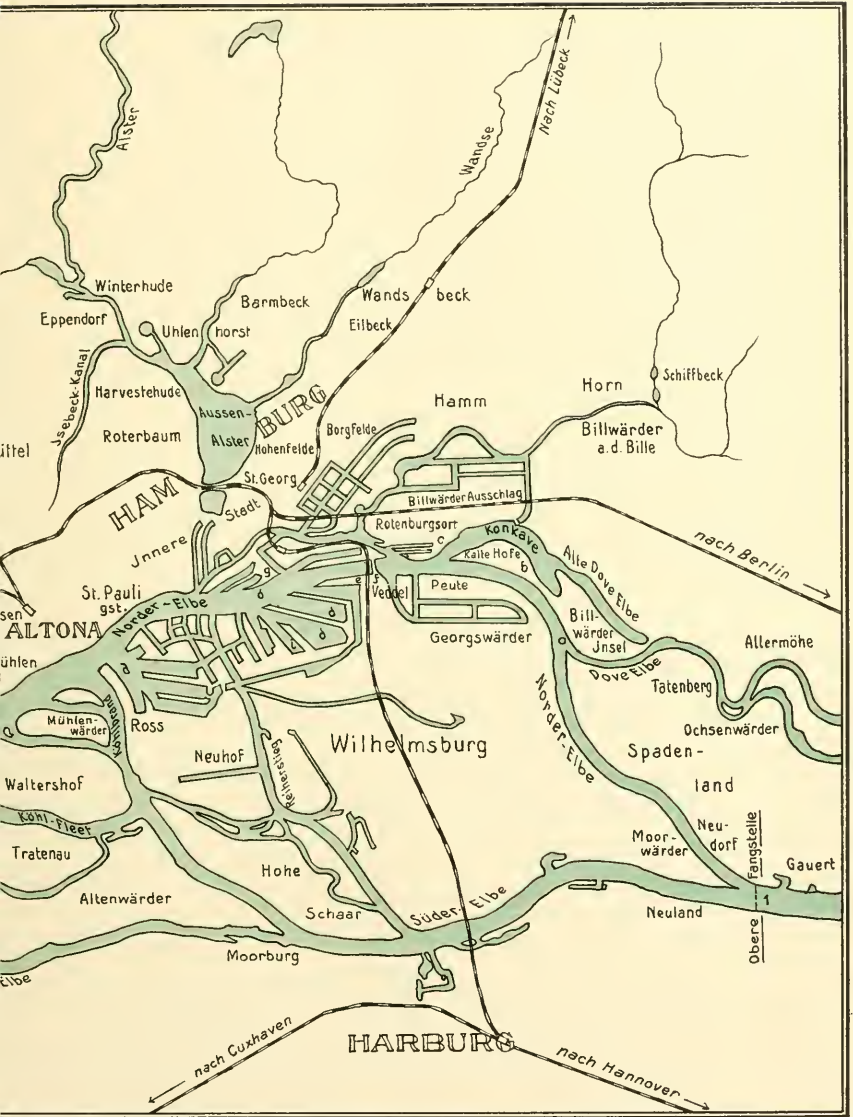


← nach Kiel

1 : 100 000



R. Volk gez.



KARTE ZUR Hamburgischen Elbuntersuchung. 1904/05.



1 : 100 000

