Handbuch der mikroskop. Technik

unter Mitwirkung von

Kreisarzt Dr. E. Beintker, Vorsteher des Medizinal-Untersuchungsamtes in Düsseldorf (Bakteriologische Technik, 2. Teil) — Dr. J. Donau, Graz (Mikrochemische Technik) — H. Günther, Zürich (Das Mikroskop und seine Nebenapparate) — O. Heimstädt, Wien (Technik des Ultramikroskops und der Dunkelfeldbeleuchtung) — Professor Dr. C. Kaiserling, Königsberg (Mikrophotographie) — C. Leiss, Berlin-Steglitz (Das Polarisationsmikroskop und seine Nebenapparate) — Dr. Ad. Reitz, Stuttgart (Bakteriologische Technik, 1. Teil) — Dr. H. Schneiderhöhn, Berlin (Mineralogische Mikroskopie) — Dr. G. Stehli, Stuttgart (Mikrotomie) — Dr. G. Steiner, Zürich (Lebewelt der Gewässer)

herausgegeben von der

Schriftleitung des „Mikrokosmos“

Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt der Gewässer

Von

Dr. G. Steiner

Privatdozent für Zoologie an der Universität Bern

Mit ca. 150 Abbildungen



1919

Geschäftsstelle des „Mikrokosmos“ Franckh'sche Verlagshandlung in Stuttgart

Handbuch der mikroskopischen Technik

7. und 8. Teil

Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt der Gewässer

Handbuch
der
mikroskopischen Technik

unter Mitwirkung
von

Kreisarzt Dr. E. Beinker, Vorsteher des Medizinal-Untersuchungsamtes in Düsseldorf (Bakteriologische Technik, 2. Teil) — Dr. J. Donau, Graz (Mikrochemische Technik) — Hanns Günther, Zürich (Das Mikroskop und seine Nebenapparate) — Oskar Heimstädt, Wien (Technik des Ultramikroskops und der Dunkelfeldbeleuchtung) — Prof. Dr. C. Kaiserling, Königsberg (Mikrophotographie) — C. Leiß, Berlin-Steglitz (Das Polarisationsmikroskop und seine Nebenapparate) — Dr. Adolf Neitz, Stuttgart (Bakteriologische Technik) — Dr. H. Schneiderhöhn, Berlin (Mikroskopische Untersuchung kristallisierter Körper, 1. Teil) — Dr. G. Stehli, Stuttgart (Mikrotomie, botan. und zoolog. Mikrotechnik) — Dr. G. Steiner, Zürich (Technik der Hydrobiologie und Planktonkunde)

herausgegeben
von
der Redaktion des „Mikrokosmos"

7/8.

Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt der Gewässer

von

Dr. G. Steiner

1919

Geschäftsstelle des „Mikrokosmos": Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

Untersuchungsverfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt der Gewässer

Eine Einführung und Anleitung

Von

Dr. G. Steiner

Privatdozent für Zoologie an der Universität Bern

Mit ca. 150 Abbildungen



1919

Geschäftsstelle des „Mikrokosmos“: Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart

Alle Rechte, besonders das Übersetzungsrecht, vorbehalten.

Druck von Carl Rembold, Heilbronn a. N.

Vorwort.

Bereits vor Jahren hatte ich mich der Franckh'schen Verlagshandlung in Stuttgart zur Ausarbeitung einer gemeinverständlichen Darstellung der hydrobiologischen Untersuchungsverfahren verpflichtet. Andere Arbeiten auf fremdem Gebiet und namentlich auch ein langer Grenzdienst für mein kleines Heimatland waren schuld, daß das vorliegende Bändchen erst heute zum Abschluß kam.

Eine zusammenfassende Darstellung der hydrobiologischen Untersuchungsverfahren gab es bis heute nicht. Wohl liegen zahlreiche Schriften vor, in denen besonders die Verfahren der Planktologie behandelt werden. Aber sie sind meist nicht umfassend, sondern nur in Form einer Einleitung oder eines kurzen Abschnittes dargestellt. So hoffen wir mit diesem Werke eine schon öfters empfundene Lücke ausfüllen zu können, um so mehr als die Angaben über hydrobiologische Verfahren und Geräte weit zerstreut in vielen oft schwer zu beschaffenden Schriften sich finden. Vollständigkeit konnte freilich auch hier nicht erreicht werden; dazu hätte mir das Vielfache dieses Raumes zur Verfügung stehen müssen.

Für die Niederschrift des Bändchens, für die Heranziehung des Stoffes, für dessen Anordnung und Behandlung waren einige besondere Gesichtspunkte als leitend gegeben. Sie mögen kurz erwähnt werden, um das besondere Gepräge dieser Schrift zu rechtfertigen.

Der leitende Gedanke war, die hydrobiologischen Untersuchungsverfahren so darzustellen, daß ein Anfänger sich an Hand des Gegebenen zurechtfinden kann. Weiter sollte aber die Darstellung derart sein, daß sie auch dem Vorgerückteren als Berater helfen kann, ja dem Fachmann wenigstens insofern auch etwas bietet, als es die erste umfassende Übersicht und Gesamtdarstellung der hydrobiologischen Untersuchungsverfahren überhaupt ist.

Weiter war der Gedanke hauptsächlich führend, zu eigener Arbeit, zu eigener Betätigung anzuregen. Gewiß soll diese Eigenschaft in ganz hohem Grade allen Anleitungen zu Forscherarbeit eigen sein. Ich habe mich bestrebt, dies hier zu erreichen; ob es mir gelungen ist, wird erst die Zukunft erweisen. Es sollte also keine trockene Gerätekunde geliefert werden. Überall wurde vielmehr versucht, durch Skizzieren der Ziele und bestehenden Forschungsfragen der neuern Hydrobiologie den Sinn zu eigener, ein Ziel, einen Zweck verfolgender Betätigung zu wecken. Der letzte Punkt ist für mich einer der wichtigsten; denn die Geräte, die biologischen Untersuchungsverfahren überhaupt, sind nur Mittel zum Zweck und nicht Zweck selber. Dies möchte ich ganz besonders betonen. Hauptziel war für mich also nicht, möglichst viele Geräte und Verfahren zu beschreiben, sondern das hydrobiologische Arbeiten überhaupt darzustellen, zu solchem anzuregen, Freude, Lust und Liebe dazu zu wecken. So hat diese Darstellung ihr besonderes Gewand erhalten.

Die Lehre vom Leben im Wasser, die Hydrobiologie, beschränkt sich nicht auf das Süßwasser allein. Auch der weite Raum des Meeres gehört dahin. Obgleich es nahe lag, nur das Süßwasser zu berücksichtigen, zwingt doch die Natur der Sache, auch das Meer mit einzubeziehen. Süßwasser und Meer lassen sich als biologische Forschungsgegenstände nicht gut trennen. Das Leben und der Lebensraum zeigt hier wie dort einheitliche oder doch ähnliche Züge. Weiter gibt es in den beiderseitigen Forschungsverfahren viele, viele Berührungspunkte. Die Süßwasserbiologie ist sehr häufig die Pfade der vorausgehenden Meeresbiologie gewandert und hat da Gedanken, Zielumschreibungen und Untersuchungsverfahren geholt. Die beiden Gebiete lassen sich in dieser Beziehung kaum trennen.

Wir haben deshalb soviel als möglich auch die marinen Untersuchungsverfahren herangezogen. Freilich konnten wir uns aus Gründen des Raummangels nicht auf eine Darstellung etwa der Ausrüstung einer Tiefsee-Forschungsfahrt usw. einlassen. Wir mußten uns da

mit einfachen Hinweisen auf das Schrifttum begnügen. Derjenige, der ernstlich sich mit diesen Ausrüstungseinrichtungen usw. beschäftigen will, wird ja ohnehin auf die in den Reisewerken liegenden Quellen zurückgreifen wollen. Wir mußten auch so uns manche Beschränkung auferlegen; vielleicht wird dies als Lücke empfunden. Wir wissen dies sehr wohl; aber die Verhältnisse ließen es nicht ändern, weshalb man Nachsicht walten lasse.

Schließlich habe ich hier auch noch etwas Persönliches zu erledigen. Bei der Niederschrift bin ich von gar mancher Seite unterstützt worden, sei es durch Ratschläge, durch Schriften oder durch Bilder und Bildsätze. Es drängt mich, all diesen Herren meinen besten Dank auszusprechen. Ganz besonders verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. Schröter in Zürich für mancherlei Anregungen und für die Art, wie er mir in freiester und reichster Weise seine Bücherschätze und seinen eigenen Arbeitsraum zur Verfügung stellte; Herrn Prof. Dr. Heschele r in Zürich danke ich für die weitgehende Benutzung der Bibliothek des Zoologischen Instituts; die Herren Dr. Leo Minder in Zürich, Dr. Th. Steck und Dr. G. Surbeck in Bern haben mir ebenfalls aus ihren eigenen Büchereien ausgeholfen; Apotheker Nipkow in Zürich hat mir seine Gerätschaften für die Untersuchung der Grundablagerungen der Seen in liebenswürdigster Weise vorgeführt. Zu besonderem Dank bin ich auch Herrn Prof. Dr. Bachmann und Herrn Optiker Friedinger in Luzern verbunden. Sie waren stets bereit, auf meine Anliegen und Wünsche einzugehen und haben mir die Darstellung ihrer Gerätschaften hier ermöglicht. Privatdozent Dr. Naumann in Lund hat mich mit noch unveröffentlichten neuen Verfahren bekannt gemacht und auch Prof. Dr. Pascher in Prag hat mir einige Hinweise gegeben. Cand. phil. W. Fyg in Thun hat mich bei der Korrektur unterstützt.

Weiter bin ich in liebenswürdiger Weise unterstützt worden durch die Herren Prof. Dr. C. Apstein, Berlin; Prof. Dr. Brehm, Eger; Prof. Dr. Cori, Triest; Dozent Dr. Sven Ekmann, Upsala; Prof. Dr. Gran, Kristiania; Prof. Dr. Hentschel, Hamburg; Dr. Juday in Madison, Wisconsin; Prof. Dr. Kolkwitz, Berlin; Prof. Dr. Lohmann, Hamburg; Prof. Dr. Petersen, Kopenhagen; Dr. Ruttner, Lunz; Prof. Dr. Steuer, Innsbruck; Prof. Dr. Thienemann, Plön; Prof. Dr. Woltereck, z. Z. Bern; Prof. Dr. Wesenberg-Lund, Hilleröd, Dänemark und Prof. Dr. Zschokke, Basel. Ihnen allen sei mein herzlichster Dank.[1]

Möge das Bändchen so recht Lust und Freude an tätigem Forschen wecken; möge es die Jugend aufmuntern, es all den Großen nachzutun, die als Bahnbrecher und Pfadfinder hier vorangingen. Dies ist mein sehnlichster Wunsch.

Thun bei Bern, am 1. März 1919.

G. Steiner.

[1] Die Fahnen dieses Bändchens waren bereits gesetzt, als mir Prof. Dr. Birge in Madison (Wisconsin) in äußerst liebenswürdiger Weise die Abschrift eines Manuskriptes, das die Beschreibung einer Anzahl neuer Geräte enthielt, mit den Bildunterlagen zur freien Benutzung übersandte. Dank dem Entgegenkommen des Verlages war es mir möglich, von diesem hochherzigen Angebot noch Gebrauch zu machen. Prof. Birge sei meines herzlichsten Dankes für die seltene Liebenswürdigkeit versichert.



Abb. 1. **Bekannte Hydrobiologen unserer Zeit.**

1. Prof. Dr. Kolkwitz, Berlin. 2. Prof. Dr. Schröter, Zürich. 3. Dozent Dr. Sven Ekmann, Upsala. 4. Prof. Dr. Cori, Triest, 5. Prof. Dr. Steuer, Innsbruck. 6. Prof. Dr. Wesenberg-Lund, Hilleröd (Dänemark). 7. Prof. Dr. Petersen, Kopenhagen. 8. Prof. Dr. Zschokke, Basel. 9. Prof. Dr. Bachmann, Luzern.

Einleitung.

Die Lebewelt des Wassers ist reichartig in Form, Bau, Wesen und Treiben. Von jeher hat sie eine starke Anziehungskraft ausgeübt; es ist als ob das Reizvolle des Wassers, das Glitzernde, Gleißende, geheimnisvoll Beweg-liche, das ewig Unruhige und doch wieder be-strickend Ruhige sich in aller Fülle auch auf seine Lebewelt übertragen habe. Diese Lebewelt hat schon für den kindlichen Verstand etwas Wun-derbares; bringt sie ihm doch zum Bewußtsein, daß das Leben auch Räumen eigen ist, die uns Menschen fremd sind, und daß das Leben un-absehbare Mannigfaltigkeit bedeutet. Aber noch etwas anderes hat diese Lebewelt des Wassers, das sie so anziehend macht. Es ist das Wechsel-verhältnis von Lebensraum und Lebewesen, das hier so reich und in diesem Reichtum wenigstens teilweise leicht sichtbar, leicht erkennbar sich uns zeigt. Dann birgt das Wasser eine Kleinwelt, die viel leichter erfaßbar, sichtbar ist, als die des festen Bodens, die sich uns hinter undurch-sichtiger Masse verbirgt, während die klare Flut sie uns nicht entzieht, vielmehr mit besonderem Schimmer zeigt.

Und da will nun die vorliegende Abhand-lung einen Weg weisen, will Führer und Berater sein, wie diese Wunderwelt des Wassers be-obachtet, gefangen, gehalten und gepflegt wird, wie sie Forschungsgegenstand wird, welches all die Mittel sind, die uns helfen, in ihre Geheim-nisse einzudringen.

Der Naturforscher ist ein großer Frager. Seine letzte Frage ist immer das Warum. Er läßt die Welt, das Sein, die Dinge und das Geschehen nicht bloß nur durch seine Sinne ein-gehen; er verbindet sie mit seinem Denken und erkennt sie als Teile eines unendlich, eines un-absehbar Verwickelten. Indem er nun durch Fragen diese Teile zerlegend zu erfassen und zu erkennen sucht, glaubt und hofft er nach und nach das große Ganze verstehen zu können. Je weiter er aber in diesem Forschen kommt, um so abhängiger wird der Fortschritt von mancherlei Hilfsmitteln. Die neuen Fragen, die kommen, können nur mit verbesserten Ge-räten, mit neuen Untersuchungsverfahren gelöst werden. Die heutige Naturforschung ist nur möglich geworden durch das Auffinden und Aus-üben neuer besserer Verfahren und neuer besserer Forschungseinrichtungen. Die Arbeitsverfahren bekommen gewaltige Bedeutung für den Erfolg des Forschens. Und was für die Naturwissen-schaften ganz allgemein gilt, trifft auch zu für die Hydrobiologie, die Lehre vom Leben im Wasser.

Die heutige Hydrobiologie ist nicht denkbar ohne das Auffinden besonderer Fangeinrich-tungen und Untersuchungsverfahren. Dem Ge-rät, dem Arbeitsverfahren, kommt auch hier immer größere Bedeutung zu. Wir können uns die heutige Hydrobiologie in ihrem vollen Um-fange ohne Planktonnetz, ohne Dredsche, ohne Schleuder oder Zentrifuge gar nicht denken. Die reichen Ergebnisse hydrobiologischer For-schung sind erst durch diese Geräte möglich ge-worden. Die Untersuchungsgeräte und Arbeits-verfahren sind auch in dieser Wissenschaft das unentbehrliche Hilfsmittel geworden, ohne die weiterer Fortschritt unserer Erkenntnis kaum denkbar und ohne die eine Betätigung auf diesem Gebiete nahezu ausgeschlossen ist.

I. Hauptteil.

Einige allgemeine Richtlinien für das naturwissenschaftliche Ar-beiten und ihre besondere Anwendung für den Hydrobiologen.

1. Vom Naturbeobachten und von der Befähigung dazu.

Eigentliche Lehrbücher mit Formeln und Leitsätzen für das Naturbeobachten gibt es nicht. Die Schule, sowohl Volks- wie Mittel- und Hochschule, ist freilich immer bestrebt, nicht nur naturwissenschaftliches Wissen zu vermitteln, sondern auch zum Naturbeobachten anzuregen und anzuleiten. Was dabei erreicht wird, hängt



Abb. 2. Bekannte Hydrobiologen unsrer Zeit.

1. Prof. Dr. Wilhelmi, Berlin-Friedenau. 2. Prof. Dr. Lohmann, Hamburg. 3. Prof. Dr. Gran, Kristiania. 4. Prof. Dr. Thienemann, Plön. 5. Prof. Dr. Apstein, Berlin. 6. Prof. Dr. Wolterеck, Leipzig. 7. Prof. Dr. Hentschel, Hamburg. 8. Prof. Dr. Pascher, Prag. 9. Prof. Dr. Brehm, Eger.

fast ausschließlich von der persönlichen Befähigung des Lehrers ab. Ist dieser selber guter Forscher, guter Beobachter und vor allem Naturfreund, so wird das Ergebnis ein weit besseres sein, als wenn dies nicht der Fall ist. Es gibt nun Leute, die zum Naturbeobachten eine gewissermaßen angeborene Fähigkeit besitzen neben solchen, denen in dieser Beziehung alles fehlt. Hauptbedingung scheint uns zu sein, daß der Natur, ihrem Geschehen und ihren Dingen größter Anteil, größte Begeisterung entgegengebracht wird. Freude, Lust und Liebe ist für erfolgreiches Beobachten unbedingt nötig. Begeisterung muß da sein, wenn die nötige Ausdauer, der nötige Aufwand an Mühe und Energie erbracht werden soll. Es ist ja eine altbekannte Wahrheit, daß man sich für eine Sache, die gut gelingen soll, muß begeistern können; und das gilt in unserem Falle vielleicht mehr als in jedem andern. Wo liegt die Quelle zu dieser Begeisterung? Es ist zuerst die Freude an der unendlichen Mannigfaltigkeit der Lebensformen, des Lebensgeschehens, des Naturgeschehens überhaupt; es scheint uns dies so wundervoll, so geheimnisvoll, daß erst nur Staunen uns erregt. Dann möchte man begreifen, möchte verstehen, möchte das Wie und Warum kennen. Daraus erwächst das Fragen, das Forschen, das Ergründen; führt dies zu einem Ergebnis, so ist unsere Forscherfreude voll. Neue Ziele, neue Fragen werden gesetzt, und mit ihrer Lösung wachsen Freude und Eifer.

Darum merke sich der Anfänger, daß er sich irgend ein Ziel setzen muß, wenn er beobachten lernen will und daß erst damit auch die wahre Freude am Naturbeobachten kommt. Wir werden im nachfolgenden Abschnitt von solchen Zielen sprechen, soweit sie für den Hydrobiologen in Betracht kommen.

Zunächst einige Winke für den Anfänger im Beobachten. Bleibe Dir immer bewußt, daß die Natur sowohl Dinge als Geschehen umfaßt; als Lebensforscher darfst Du nicht nur Formen und Gestalten sehen und beobachten, Du mußt diese Formen und Gestalten vielmehr immer als Träger, als Teile eines Geschehens betrachten. Leben ist an Stoff gebundenes Geschehen. Danach richte Dein Beobachten, richte Dein Forschen!

Das Beobachten selbst erstreckt sich in unserem Falle, wie schon Dahl[1] treffend ausführt, auf folgende Gebiete:

1. **Die Gestalt und den Bau der Lebewesen** (**Anatomie, Morphologie, Histologie**). Die Betrachtung hat dabei, wenn immer möglich, eine vergleichende zu sein, und zwar so, daß möglichst viele Vertreter derselben Art unter sich verglichen werden, um die Durchschnittsgestalt und den ordnungsmäßigen Bau nebst den Abweichungen davon erkennen zu können. Weiter hat sich die Vergleichung auf ähnliche oder verwandte Wesen auszudehnen, um den Verwandtschaftsgrad feststellen und allfällig auch Bau und Gestalt besser verstehen zu können.

2. **Die Lebensgeschichte jedes Einzelwesens.** Das Beobachten sucht, von der Keimzelle ausgehend, das gestaltliche und bauliche Gepräge eines Lebewesens in den verschiedenen Lebensaltern bis zum Tode zu erfassen. Diese verschiedenen Gestaltungen sind aber nicht einzeln und aus dem Zusammenhang herausgerissen, sondern stets als Stufen eines einheitlichen Geschehens aufzufassen und zu betrachten. Stoff und Form mit den ihnen inliegenden und von außen herantretenden Kräften bilden ein Getriebe von Ursachen und Wirkungen, als deren Ergebnis die verschiedenen Erscheinungsformen ein und desselben Lebewesens entstehen.

Auch hier hat das Beobachten sich auf viele Formen derselben Art zu erstrecken, um den üblichen Verlauf des Lebens von einem abweichenden unterscheiden zu können; weiter ist auch da die Lebensgeschichte nahe oder entfernt verwandter Arten vergleichend heranzuziehen.

3. **Das Beobachten muß sich auch auf die Tätigkeit und die Leistungen der Organe der Lebewesen** erstrecken, also auf ihre Physiologie, und hat auch hier vergleichend vorzugehen.

4. Ein unabsehbares Feld des Beobachtens liefert **die Lebensweise organischer Wesen** und zwar

a) in Bezug auf das Verhältnis der Lebewesen zu ihrer Umwelt (Ökologie),
b) in Bezug auf ihre Gewohnheiten und Handlungen (Ethologie),
c) in Bezug auf ihre geistigen Äußerungen (Psychologie).

5. Weiter hat der Forscher sich bewußt zu sein, daß die **Lebewesen Glieder eines riesigen Stammbaumes** sind, und Beobachtungen zu machen, die in dieser Richtung Aufschluß geben.

Auch für die Hydrobiologie gelten diese Beobachtungsgebiete in vollem Umfange.

Das Beobachten selbst kann nun ein gelegentliches oder ein planmäßiges sein.

---

[1] Vgl. in diesem Zusammenhange: Dahl, F., Anleitung zu zoologischen Beobachtungen. Wissenschaft und Bildung. Leipzig. Quelle & Meyer. 1910.

Das strenge Forschen soll sich naturgemäß in der Hauptsache auf letzteres stützen. Freilich kann auch durch gelegentliches Beobachten manch nützlicher Beitrag gewonnen werden. Gerade hydrobiologische Beobachtungen können öfters gelegentlich gemacht werden. Wir denken da an alle jene Beobachtungen, die während Seereisen z. B. von Schiffsärzten, Schiffsoffizieren, Reisenden usw. gemacht werden und die unter Umständen recht wertvoll sein können. Solche Beobachtungen können sich auf das Vorkommen, das zeitliche Auftreten, das zahlenmäßige Vorhandensein, das Verhältnis der Geschlechter usw. von pelagischen Organismen erstrecken, wie Wale, Robben, Schildkröten, Seeschlangen, Pinguine und andere Seevögel, Fische, Medusen, Siphonophoren, Ctenophoren usw. usw. In solchen Fällen schreibe man immer genau den Beobachtungsort auf, die Art des Auftretens der beobachteten Lebewesen (z. B. einzeln oder in Schwärmen), ihr Verhalten zu Strömungen, zu Regen, zu Wind, zu Brandung, zur Aussüßung des Meerwassers in der Nähe von Flußmündungen, zur Landnähe, zu Eisbergen und Treibeis; man untersuche treibende Pflanzenmassen, Treibholz und schreibe die Organismen (auch Keime solcher) auf, die man findet. Gejagte oder sonstwie erbeutete Tiere aller Art, wie Medusen, Ctenophoren durchsuche man stets auch nach Schmarotzern. Durch solch gelegentliches Beobachten kann oft recht wichtiges und äußerst wertvolles Material gesammelt werden.

Dann sei noch besonders betont, daß derartige Beobachtungen bedeutend an Wert gewinnen, wenn sie bei wiederholten Fahrten auf derselben Linie und namentlich zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt werden. Natürlich gilt dies nicht nur für die hohe See, sondern in entsprechend kleinerem Umfange auch für unsere süßen Gewässer. Aber so wünschenswert derartige gelegentliche Beobachtungen sind, wir dürfen uns damit nicht begnügen. Es gehört zur besondern Aufgabe der vorliegenden Anleitung, Mittel und Wege zu planmäßigem Beobachten zu zeigen, und ich möchte nochmals betonen, daß nur dieses uns anhaltenden Fortschritt bringt. Diese Überlegung bringt uns gleich auf den Gedanken, daß jedes fruchtbringende Arbeiten auch auf hydrobiologischem Gebiete von einer bestimmten Fragestellung ausgehen soll, Ziele und Zwecke haben muß. Davon soll im nächsten Abschnitt gesprochen werden.

Grundsatz für das Beobachten soll sein, die Beobachtung zu wiederholen. Wie Dahl treffend ausführt, kann jede nur einmal gemachte Beobachtung einen Ausnahmefall betreffen. Muß sie also einzeln bleiben, so ist dies immer hervorzuheben, auch dann, wenn sie mit peinlichster Gewissenhaftigkeit durchgeführt wurde.

Bei der Wiederholung einer Beobachtung hat man namentlich zu berücksichtigen, daß das Geschehen mit den Jahreszeiten, mit dem Alter der Lebewesen, mit den Ernährungsverhältnissen usw. usw. vielfach wechselt.

Eine besondere Form des Beobachtens ist schließlich der Versuch. Der Beobachter stellt dabei der Natur Fragen, bestimmte Bedingungen und will nun sehen, wie sie sich diesen gegenüber verhält. Der Versuch ist eine ganz besonders hoch zu schätzende und zu pflegende Beobachtungsart. Wir werden in einem folgenden Abschnitt eingehend darauf zurückkommen.

Vom Zielfassen für das Arbeiten des Hydrobiologen.

Die Forderung nach planmäßigem Beobachten und dann namentlich auch der Umstand, daß richtige Begeisterung und Schaffensfreude immer verknüpft ist mit irgend einem zu erstrebenden Ziel und Zweck, legen uns nahe, den Satz aufzustellen, daß jede Betätigung auch auf dem Felde der Hydrobiologie ein Ziel, einen Zweck verfolgen sollte. Schon der Anfänger soll planloses Arbeiten vermeiden. Er soll sich, zunächst in einfacher Art, eine Aufgabe stellen und daraufhin einen Arbeitsplan zurechtlegen. Ich bin im Anschluß an eine früher im „Mikrokosmos" erschienene Aufsatzreihe, die als eine Art Einführung in die Hydrobiologie gedacht war, von vielen Seiten mit Anfragen bestürmt worden. Man wollte immer wieder wissen, was erforscht, was geforscht werden sollte. Man verlangte für die verschiedenen Wissensstufen einen Arbeitsplan von mir. Arbeitspläne aufzustellen, die für alle Gegenden, für alle möglichen Verhältnisse auch persönlicher Art sich anwenden lassen, ist natürlich nicht möglich. Wir müssen davon auch hier völlig absehen. Die Leser werden Anhaltspunkte für ihre besondern Bedürfnisse am besten in sog. Praktika finden, von denen es für Hydrobiologen eine ganze Anzahl gibt und von denen wir an anderer Stelle einige anführen werden. Hier sollte nur auf die Notwendigkeit einer Zielstellung für jedes hydrobiologische Arbeiten ganz besonderes Gewicht gelegt werden. Der Anfänger wird ja erst die verschiedenen Formen der Wasserlebewelt überhaupt fangen und kennen lernen

wollen. Daraus ergibt sich schon ein erstes Ziel. Hier anknüpfend wird er vielleicht einer besonderen Form oder Formengruppe oder einer Lebensgemeinschaft, der Physiologie, der Ökologie, der Ethologie einer Art, einer Gattung oder größeren Gruppe sein Augenmerk zuwenden, kurz die mannigfachsten Wege stehen da offen. Einfache Fragestellungen sind verwickelten immer vorzuziehen. Der Anfänger sieht freilich zuerst lediglich nur systematische Ziele und Aufgaben. Ihm schweben möglichst umfangreiche Kataloge und Inventare vielfach als höchstes, einziges und vornehmstes Ziel vor. Aber er werde sich bewußt, daß alle Systematik und alles systematische Arbeiten nur Mittel zum Zweck ist, nämlich das Leben letzten Endes unserem Verständnis näher zu bringen. Wir treiben nicht Systematik als Endzweck, sondern um mit ihrer Hilfe die Erscheinungen des Lebens besser erfassen, gedanklich und sachlich besser überblicken und bewältigen zu können. Es ist nicht das Ziel hydrobiologischer Forschungen, unsere Gewässer in Bezug auf ihren Organismenbestand genau aufgenommen zu haben, sondern das Geschehen in diesem Lebensraum, insbesondere also das Lebensgeschehen hier begreifen, ursächlich erfassen zu können. Das möchte ich allen Anfängern besonders ans Herz legen, weil sie gar gerne das Endziel aller hydrobiologischen Arbeit nur in einer genauen Kenntnis der in einem Gewässer lebenden organischen Formen sehen. Die Betonung dieser Punkte enthält durchaus keine Mißachtung der Systematik und der Forscherarbeit mit rein systematischen Endzielen. Nein, ganz im Gegenteil, diese ist das unentbehrliche Mittel zum Erreichen des weiteren Zieles und von weit größerer Bedeutung, als viele Forscher lange Zeit annahmen. Ja, gerade in neuerer Zeit gewinnt die Systematik wieder immer mehr an Bedeutung und Wertschätzung. Damit verbunden macht sich auch das Bestreben geltend, die systematischen Arbeitsverfahren in neue Bahnen zu leiten. Ich denke da an das Streben nach schärferer Fassung des Artbegriffes, an die Variabilitätsforschung mit ihrer genauen Eigenschaftsanalyse der lebendigen Form usw. Ich möchte also den Anfänger darauf aufmerksam machen, daß es nicht Endziel auch der systematischen Durchforschung eines Wasserbeckens ist, eine möglichst reiche Fundliste auftischen zu können, sondern vielmehr das Besondere, das in der Zusammensetzung der Lebewelt sich hier kundgibt, ursächlich zu erklären. Eine Fundliste sagt mir für sich allein recht wenig; sie muß erst mit den Verhältnissen des Fundortes in Beziehung gesetzt werden, damit man sie voll werten kann.

Eine Arbeit, die nur eine Organismenform behandelt, diese aber in ihrem Entwicklungsgang, in ihrem Verhältnis zur Umwelt oder ihren Lebensleistungen, also ernährungsphysiologisch, fortpflanzungsphysiologisch, kausalmorphologisch, in ihrem Gehaben und Treiben, als reizbares und reagierendes Wesen usw. darstellt, kann für die Biologie, die Wissenschaft, weit wertvoller sein als ein noch so großer und umfangreicher Organismenkatalog. Also, man nehme die organischen Formen auch eines Gewässers nicht als Nummern, sondern als Lebewesen, als Dinge, die werden und vergehen, die sich wandeln, die tausenderlei Beziehungen zu ihrer Umwelt, zu ihren Mitwesen, zu ihren Vor- und Nachfahren zeigen; man nehme sie als Wesen, die Reize empfangen und auf solche antworten; man nehme sie als den materiellen Ausdruck dieses Geschehens selbst. Der Hydrobiologe soll als Biologe, als Lebensforscher tätig sein. —

Ich glaubte, dies alles besonders betonen, besonders erwähnen zu müssen, weil man gerade unter Anfängern häufig auf die Meinung stößt, die Hydrobiologie sei wesentlich systematischer Art. Nein, ihr Ziel ist die Erforschung des Lebensgeschehens speziell im Wasser. Sie ist eine Biologie mit räumlicher Beschränkung auf das Wasser; ihre Untersuchungsgegenstände gehören diesem an. Ich kann diese Gegenstände gleichwohl rein morphologisch (d. h. nur nach ihrem Bau und ihrer Gestalt), vergleichend morphologisch (d. h. in Bezug auf Bau und Gestalt mit andern Organismen vergleichend), entwicklungsgeschichtlich, stammesgeschichtlich, in Bezug auf ihre geographische Verbreitung, ihre Herkunft, Physiologie, Ökologie, Ethologie usw. untersuchen. Ja, ich kann mit diesen Objekten auch Versuche machen. Damit möchte ich namentlich den Anfänger aufmerksam machen auf die vielen Wege, die sich ihm zur Betätigung bieten, möchte ihm nahe legen, daß es ebenso gut ins Arbeitsgebiet eines Hydrobiologen gehört, Versuche über die sogenannte Schwebefortsätze der Planktonorganismen oder über die Ernährungsweise der Wasserinsekten, über den Fortpflanzungskreislauf eines pelagischen, d. h. frei im Wasser lebenden Rädertieres zu machen, als etwa den Einfluß des Sauerstoffgehaltes eines Gewässers auf dessen Organismenwelt zu untersuchen. Kurz, zu lösende Fragen gibt es noch unendlich viele. Es ist schon öfters von anderer befugterer Seite auf solche hingewiesen worden. Wir können nichts

Besseres tun, als den Leser auf diese Darstellungen hinzuweisen; sie vermögen besser ein Bild zu geben von den Fragen, an denen die Hydrobiologie heute arbeitet, als die paar Sätze, die ich hier darüber beifügen kann, können die beste Anregung zu eigener Betätigung geben.

Insbesondere sei auf folgende Darstellungen verwiesen:

1. Prospekt, in: Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 1, S. VIII. 1908.

2. Weismann, Aug., Eine hydrobiologische Einleitung; ebendort S. 1.

3. Hertwig, R., über die Bedeutung der Stationen für Süßwasserbiologie; ebendort S. 1.

4. Lohmann, Die Probleme der modernen Planktonforschung. Verhandl. deutsch Zoolog. Gesellschaft 1912.

5. Wesenberg-Lund, C., Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons nebst Bemerkungen über die Hauptprobleme zu künftigen limnologischen Forschungen. Internat. Rev. Hydrobiol. u. Hydrographie, Biolog. Supplem. 1910. (Aus dem Dänischen ins Deutsche übertragen von Oskar Guyer).

All diese Arbeitspläne und Zielfassungen lassen deutlich erkennen, daß die Hydrobiologie heute zum guten Teil die Zeit der ungenauen Gesamtschilderungen bereits hinter sich hat. Man arbeitet an Teilfragen und sucht diese zu lösen. Wir sehen nur auf diesem Wege die Möglichkeit zu einem rascheren Fortschritt. Die Naturforschung wird und muß ja immer mehr sich mit kleiner und enger werdenden Teilfragen beschäftigen. Wir sind ja eben gezwungen, das große Ganze, das Geschehen und die Dinge in seine kleinsten Teile aufzulösen, wollen wir es insgesamt begreifen. Das ungeheuer Verwickelte, die kleinen und kleinsten Dinge und Ursachen müssen wir erst erfassen können und kennen, wollen wir das ganze Ursachengetriebe verstehen. Dies alles möchte ich dem Anfänger und dem werdenden Hydrobiologen ans Herz legen. Ich habe junge, begeisterte Schüler, Studenten und Naturfreunde kennen lernen, die mit großem Schwung sich gleich die Erforschung eines Sees, eines andern Gewässers ihrer Heimat, ihres Wohnortes, als Ziel steckten. Erst später sahen sie jeweilen die Unmöglichkeit ihres Vorhabens ein, erkannten dann, daß dies vielleicht eine Zielstellung hätte sein können, wenn sie 50, ja 100 Jahre früher zur Welt und zur Forschung gekommen wären. Damals trat man noch an derartige Gesamtaufgaben heran und konnte, was schließlich das Wesentliche ist, auch so noch wichtige und bedeutungsvolle Ergebnisse für die Wissenschaft erreichen. Aber heute ist dies nicht mehr so.

Allgemeine Angaben haben wir heute eine überfülle; ein wesentlicher Fortschritt erblüht uns nur dadurch, daß wir das Allgemeine derselben, das ihnen anhaftende Unbestimmte, Ungenaue durch größtmöglichste Genauigkeit ersetzen. Wir wissen z. B., daß die Lebewelt eines jeden Sees eine große Lebensgemeinschaft darstellt; dies also nun für einen 100sten oder 1000sten See von neuem zu erweisen, heißt Wasser ins Meer tragen. Was wir wollen und wissen möchten, ist das Wie dieser Lebensgemeinschaft eines jeden Sees und namentlich auch das Warum. Also, man wähle bei der Zielfassung für eigenes Arbeiten auch auf dem Gebiete der Hydrobiologie nicht nichtssagende, viel zu allgemein lautende Aufgaben, sondern wende sich kleinen Teilfragen zu und setze hier mit größter Genauigkeit ein, dann werden Ergebnisse reifen, die einen wirklichen Fortschritt bedeuten und nicht nur den Wust von nichtssagenden Allgemeinheiten mehren.

Vom streng wissenschaftlichen, genauen Arbeiten.

Alles organische Geschehen ist außerordentlich verwickelter Art, d. h. die beteiligten Geschehensträger sind so zahlreich und so verschiedenartig, daß es fast unmöglich scheint, sie je voll erkennen und in ihrem Zusammenspiel erfassen zu können. Unter diesen Umständen hat nur ein Forschen einen Sinn, das diese Schwierigkeiten richtig in Rechnung setzt und den Feinheiten und Verborgenheiten des organischen Geschehens mit ebenso feinen und scharfen Arbeitsweisen beizukommen sucht. Das mögen sich Anfänger gesagt sein lassen, daß nur äußerste Genauigkeit des Forschens dem Biologen Erfolge bringt; wir sind bereits über jene Zeit hinaus, wo oberflächliche Beobachtungen auch noch Forschungsergebnisse abgaben. Will jemand etwas Bleibendes auch als Forscher leisten und nicht nur mit augenblicklichen Scheinerfolgen zufrieden sein, so muß er sich ein Arbeiten angewöhnen, das jeder Wertung, jeder Kennerschaft stand hält; d. h. er muß so arbeiten, daß unsere gegenwärtigen Kenntnisse nichts Besseres zulassen. Es liegt im Wesen der Wissenschaft, daß sie oberflächliches Forschen, auch wenn es augenblicklich scheinbar Erfolge bringt, doch früher oder später als solches erkennen muß. Darum ist größte Genauigkeit in allem anzustreben. Je genauer und strenger eine Untersuchung in allen ihren Teilen geführt wird, um so wertvoller wird sie. Stehen zur Lösung einer Frage zwei

oder mehr Wege oder Verfahren offen, so wähle man immer dasjenige, das die größte Genauigkeit ergibt, auch wenn es unter Umständen mehr Zeit und Geduld erfordert. Man kann nie zu genau sein. Unsere biologischen Wissenschaften kranken gar sehr daran, daß viele Tatsachen viel zu allgemein festgestellt sind. Wie manch prächtiges Lehrgebäude fällt wie ein Kartenhaus in sich zusammen, sobald man die Scheintatsachen, auf die es gegründet wurde, einer genauen Nachprüfung unterzieht. Unsere Forderung nach größter Sorgsamkeit und Genauigkeit geht sowohl auf den rein gedanklichen und geistigen Teil des Forschens wie auch auf das rein Werkmäßige und nur die Handfertigkeit betreffende.

Es gehört zu strengem und sorgsamem Arbeiten, daß eine einzelne, noch so genaue Beobachtung nicht als Regel hingestellt wird; es kann sich ja um einen Ausnahmefall handeln. Regel ist nur, was in mehr als 50 Prozent der Fälle zutrifft. Genaues Arbeiten geht darauf, jede Beobachtung durch Wiederholung zu erhärten.

Es gehört zu genauem, sorgsamem Arbeiten, das Auftreten eines Geschehens, einer Erscheinung, eines Organismus usw. nicht mit allgemeinen, ungenauen, nichtssagenden Ausdrücken, wie häufig, selten usw. zu bezeichnen. Wenn solche Ausdrücke doch gewählt werden sollen, gebe man zahlenmäßig an, was darunter zu verstehen ist, z. B. häufig = 50—100 Stücke. Dabei ist natürlich stets anzugeben, auf welche Fläche oder welchen Raum sich die gegebene Anzahl bezieht. Es ist überhaupt zu empfehlen, immer die Anzahl der untersuchten Tiere, Pflanzen usw. zahlenmäßig genau anzugeben, damit der Leser weiß, auf welches Beobachtungsmaterial man sich stützt; die dazu aufzuwendende Mühe ist gering, der Gewinn an Genauigkeit aber ein sehr bedeutender.

Es gehört zu streng wissenschaftlichem, genauem Arbeiten, bei Angaben über Messungen, über die Größe von Dingen oder Geschehen stets anzugeben, auf wie vielen Messungen die Angabe beruht. Was dienen mir derartige Angaben, wenn sie nur auf einer Messung an einem Einzelwesen beruhen; es kann sich ja dabei gerade um einen stark vom Mittel abweichenden Varianten handeln, und ich bin verführt, denselben für das Mittel zu nehmen, falls nicht entsprechende Angaben vorliegen. Ungenauigkeit führt hier also geradezu zu Unwissenschaftlichkeit, ja zu Fälschung und groben Irrtümern.

Wie bereits bemerkt, erstreckt sich unsere Forderung nach Genauigkeit auch auf das rein Werksmäßige, nur die Handfertigkeit betreffende des Arbeitens. Es gehört zu genauem Arbeiten, in allem Tun peinlichste Sauberkeit zu üben. Dies betrifft das gesamte zur Anwendung kommende Arbeitsgerät, wie Netze, Dredschen, Schaber, Kratzer, Glaswaren, Mikroskop, Lupen usw. usw. Mit unsauberem Arbeitsgerät lassen sich nie tadellose Ergebnisse erreichen. Unsauberkeit kann zudem zu direkten Fälschungen führen. Wenn bei planktologischen Untersuchungsfahrten dasselbe Netz in mehreren Seen gebraucht und nach jedem Gebrauch nicht peinlich gereinigt und ausgespült wird, können Planktonten, die in Wirklichkeit nur in einem See vorkommen, scheinbar in allen vorhanden sein, weil Netzreste aus dem ersten See auch in die Proben aus dem zweiten usw. geschwemmt wurden. Ähnliches gilt von der Verwendung von Dredschen, Bodenschöpfern, Reusen usw., die nach jedem einmaligen Gebrauch gründlich zu reinigen sind. Auch mit unsaubern Sammelgläsern können geradezu Fälschungen entstehen. Kurz, man kann nie zu weitgehen in strengster Forderung nach Sauberkeit. Und was dies erst beim Mikroskopieren für eine Rolle spielt, hat jeder Kenner erfahren. Unsaubere Objektträger, unsaubere Deckgläser, unsaubere Objektive und Okulare lassen nur Halbes sehen und täuschen öfters geradezu. Deshalb darf sich jeder gesagt sein lassen, daß, je peinlicher, genauer und sauberer er auch in seinem rein werksmäßigen Tun ist, desto mehr Aussicht auf gute Ergebnisse besteht, ja, daß diese geradezu davon abhängen. Wir dürfen auch hier kräftig hervorheben, was Schuberg[1] schreibt: „Die Reinlichkeit, die Reinhaltung aller Geräte und Instrumente, ist eines der ersten und wichtigsten Grunderfordernisse alles naturwissenschaftlichen Arbeitens, aus dessen Nichtbeachtung nicht nur große und störende Unbequemlichkeiten für das Arbeiten, sondern, was viel schlimmer ist, die bedenklichsten Fehlerquellen für die Beobachtung und Untersuchung entstehen können."

Von statistischen (zählwissenschaftlichen) Arbeitsweisen in der Hydrobiologie und ihrer Bedeutung.

Die Erkenntnis der ungeheuren Schwierigkeit des Ergründens des Stoffhaushaltes, des Stoff-

[1] Schuberg, Einführung in die Technik des Zoolog. Laboratoriums. S. 39. Leipzig. Engelmann. 1910.

kreislaufes eines Gewässers hat die Statistik, hat die zählwissenschaftlichen Verfahren in die Hydrobiologie eingeführt. Die Bahn wurde hier durch die Biozönosenforschung vorbereitet. Bereits 1877 hat der verdiente K. Möbius in seinem Büchlein „Die Austern und die Austernwirtschaft“[1] ausgeführt, daß man bei der Untersuchung einer Biozönose = Lebensgemeinde die Zahl der Einzelwesen nicht vernachlässigen dürfe. Ein Jahrzehnt später veröffentlichte dann Viktor Hensen seine bahnbrechende Arbeit über die Bestimmung des Planktons[2], wo zum erstenmal eine Biozönose, nämlich die des Planktons, in ihrem Aufbau mit zählwissenschaftlichen Verfahren zu ergründen versucht wird.

Damit wir dem Leser die Bedeutung und den Zweck dieser Untersuchungsverfahren klar machen können, wollen wir erst versuchen, das Wesen der Biozönosenforschung kurz zu umschreiben. Wir glauben uns um so mehr dazu verpflichtet, als dadurch das Verständnis der zählwissenschaftlichen Untersuchungsverfahren ganz wesentlich vermehrt wird, und überhaupt der Begriff der Biozönose, wie aus vielen Abhandlungen hervorgeht, in Hydrobiologenkreisen oft recht oberflächlicher und verschwommener Art ist.

Wir halten uns dabei vorzüglich an einen Vortrag August Thienemanns über

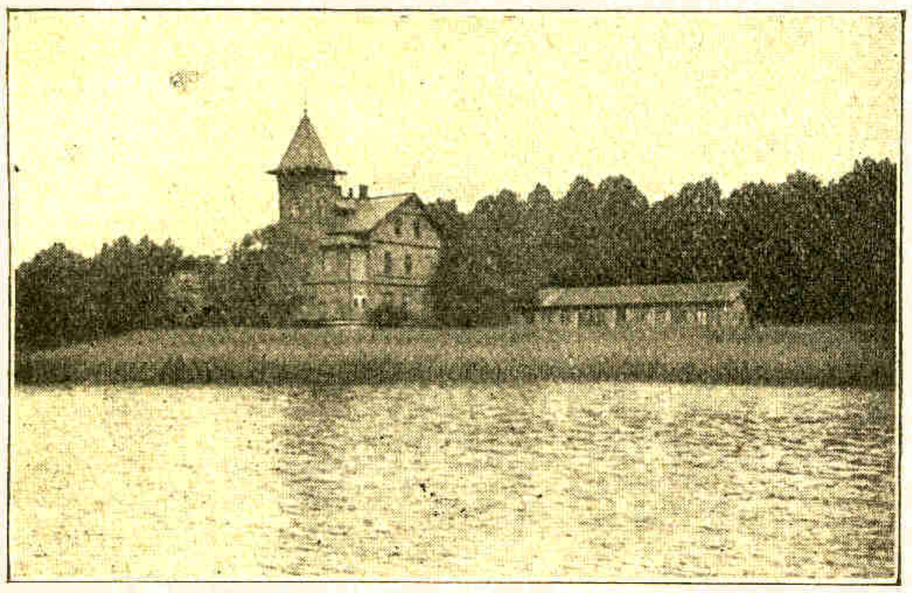


Abb. 3. Hydrobiologische Anstalt zu Plön.

„Lebensgemeinschaft und Lebensraum“[3] und an die Arbeiten Dahls[4] und verweisen den Leser im Anschluß daran auf ein weiteres Schrifttum.

Der Begriff der Lebensgemeinschaft gewinnt in der Biologie, der Lehre vom Leben, ständig an Bedeutung. Dies gilt natürlich auch vom Teilgebiet derselben, der Hydrobiologie. Den Begriff umschreiben wir am besten mit den Worten des K. Möbius selbst: „Jede Austerbank ist gewissermaßen eine Gemeinde lebender Wesen, eine Auswahl von Arten und eine Summe von Individuen, welche gerade auf dieser Stelle alle Bedingungen für ihre Entstehung und Erhaltung finden, also passenden Boden, hinreichende Nahrung, gehörigen Salzgehalt und erträgliche und entwicklungsgünstige Temperaturen.

Jede daselbst wohnende Art ist durch die größte Zahl von Individuen vertreten, die sich den vorhandenen Umständen gemäß ausbilden konnten; denn bei allen Arten ist die Zahl der ausgereiften Individuen jeder Fortpflanzungsperiode kleiner, als die Summe der erzeugten Keime war. Die Gesamtheit der herangewachsenen Individuen aller in einem Gebiet zusammenwohnenden Arten ist der übrig gebliebene Rest aller Keime der vorangegangenen Brutperioden. Dieser Rest der ausgereiften Keime ist ein gewisses Quantum Leben, welches in einer gewissen Summe auftritt und welches, wie alles Leben, durch Fortpflanzung Dauer gewinnt.

Die Wissenschaft besitzt noch kein Wort für eine solche Gemeinschaft von lebenden Wesen, für eine den durchschnittlichen äußern Lebensverhältnissen entsprechende Auswahl und Zahl von Arten und Individuen, welche sich gegenseitig bedingen und durch Fortpflanzung in einem abgemessenen Gebiete dauernd erhalten. Ich nenne eine solche Gemeinschaft „Biozönosis oder Lebensgemeinde.“

Nun stellt ja die Erde, d. h. der von Lebewesen erfüllte Raum derselben, einen riesigen Lebensraum dar, der sich in einzelne Lebensbezirke gliedert, wie den der festen Erde und den des Wassers. Diese Lebensbezirke gliedern sich dann wieder in einzelne Lebensstätten; es sind die Gewässer- und Geländearten, die die Wohnstätten der Lebewesen bilden, und die Dahl deswegen mit einem Gesamtausdruck als „Biotope“ bezeichnet. Der belebte Raum der Erde bildet also den großen Lebensraum, der sich in Lebensbezirke gliedert, und diese hinwieder zerfallen in Biotope.

Diesen verschiedenen Stufen des Lebensraumes entsprechen nun auch Stufen der Lebensgemeinschaften, der Biozönosen. Wir können ja das gesamte Leben der Erde als eine einzige große Lebensgemeinschaft auffassen. Ja, es ist die einzige in sich völlig geschlossene Biozönose, wenigstens wenn wir von den Lehren des Svante Arrhenius von der Weltinfektion

---

[1] Berlin. 1877.
[2] Fünfter Bericht der Kommission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere. Berlin. 1887.
[3] Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Jahrg. 1918, S. 281—290 und 297—303.
[4] Dahl, Grundsätze und Grundbegriffe die biocönotischen Forschung. Zool. Anz., Bd. 33. 1908.

absehen. Diese Großbiozönose zerfällt in einige nächst kleinere, sagen wir die des Meerwassers, die des Süßwassers und die der festen Erde. Und nun können wir die Stufenreihe weiter hinabgehen und einen See als Biozönose auffassen oder weiter die Chararasen desselben oder, wie Möbius es tut, eine Austerbank des Meeres oder eine Eiche, bei der, wie Thienemann bemerkt, schon ein „Blatt mit seinen Bewohnern, seinen Gallen und Galltieren, deren Parasiten und Einmietern seinen Minierräupchen, seinen Pilzen usw." eine Lebensgemeinschaft darstellt. Diese kleinsten Lebensgemeinschaften bilden in verschiedener Hinsicht etwas gemeinden, die Biozönosen sind solche Einheiten, aber einer andern Stufe angehörend als jene. Und, wie bereits ausgeführt wurde, gibt es Lebensgemeinden recht verschiedener Ordnung, verschiedener Stufen.

Nun sind die Biozönosen in ihrem Gepräge hochgradig abhängig von der Gelände- oder Gewässerart, also dem Biotop, vom Lebensbezirk und vom Lebensraum überhaupt.

Eine Biozönose besitzt ein eigenes inneres Gefüge und zeigt Beziehungen zur Umwelt. Sie verhält sich also gerade wie ein Lebewesen und muß auch als solches aufgefaßt werden, nur als solches höherer Stufe.



Abb. 4. Biologische Station in Lunz (Niederösterreich).

für sich Abgeschlossenes, eine Einheit mit innigem, innerem Gefüge. Zwischen den Gliedern dieses Gefüges besteht ein ausgebautes, entwickeltes, gegenseitiges Verhältnis im Geben und Nehmen, ein Getriebe von Beziehungen, die in einem Gleichgewichtszustand stehen, dem biologischen oder biozönotischen Gleichgewicht. So enthält ein See eine solche Lebensgemeinschaft, ein solches Gefüge von Arten, das fest bleibt, solange keine Störungen auftreten.

Gemeinhin fassen wir immer nur die Einzelwesen als Lebenseinheiten auf. Wir müssen uns von dieser Auffassung frei zu machen suchen. Natürlich sind die Einzelwesen Lebenseinheiten, aber es sind nicht die einzigen. Auch die Lebens-

Wir sehen in der Biozönosenforschung mithin den ersten Schritt zu jener Auffassung des Lebens, die in diesem nicht mehr nur das bloße Einzelwesen sieht. Hier tritt zum erstenmal klar und deutlich in der Lebenswissenschaft das Bestreben hervor, das Lebensgeschehen nicht mehr nur am Einzelwesen allein zu ergründen, sondern in richtiger Weise dieses als einen Teil eines immer größeren Ganzen zu sehen. Dieses größere Ganze, das große Getriebe, wollen wir aber ergründen und verstehen lernen; deshalb müssen wir die Stellung des Einzelwesens in ihm und zu ihm kennen lernen und dazu sind neue Wege des Vorgehens nötig. Wir können den Aufbau, das Gefüge einer Biozönose nur

richtig erkennen und verstehen, wenn wir wissen, wie diese zusammengesetzt ist, d. h. welche Arten daran teilhaben und namentlich in welchem Zahlenverhältnis sie vertreten sind. Hier setzt nun die Statistik, die zählwissenschaftliche Forschung, ein. Sie ermöglicht allein das Verhältnis der einzelnen Teile zueinander und zum Ganzen einer Biozönose schärfer zu kennzeichnen. Sie hilft uns, das ernährungsphysiologische Gefüge scharf zu fassen, also Erzeuger und Verbraucher im Nahrungshaushalt in ihrem Verhältnis zueinander zu erkennen. Sie hilft uns den Raum, den Ort als Lebensraum, als Wohnstätte wertlich richtig zu schätzen. Sie hilft uns das Verhältnis der Geschlechter zueinander und zu den Jugend- und Larvenstadien genau zu beurteilen. Kurz die Statistik, die Zählwissenschaft, ist von nicht hoch genug zu schätzendem Wert zur Ergründung des Lebensgeschehens und der dieses tragenden Formenwelt. Ich kann in diesem Zusammenhang auch noch an ihre Anwendung und ihre hervorragende Rolle in der Variationslehre, der Erblichkeitslehre und Bastardforschung usw. erinnern.

Wie bereits erwähnt, ist sie durch Viktor Hensen zuerst in großem Maßstabe in die Hydrobiologie, speziell in die Planktologie eingeführt worden. Den Ausgangspunkt bildete die Fragestellung Hensens: „Was ist an jeder Stelle des Ozeans an Lebewesen, mikroskopischen wie makroskopischen vorhanden, und wie viel ist von jeder Form vorhanden?“ Kann die Frage beantwortet werden, so erhalten wir damit einen Einblick in die Zeugungskraft des Wassers. Wir erhalten Aufschluß über die Siedelungsverhältnisse in diesem, und wenn es gelingt, in aufeinander folgenden Zeiten das Verhältnis von pflanzlicher zu tierischer Masse zu bestimmen, so läßt sich der Gang des Stoffkreislaufes erkennen. So ungefähr war der Gedankengang des berühmten Kieler Forschers. Er hat auch eine Gegnerschaft gehabt; aber die Entwicklung der Dinge hat ihm Recht gegeben. Was die Planktologie unter Führung Hensens vor Jahrzehnten eingeleitet hat, ist man heute im Begriff, auch für die Erforschung der Lebewelt des Gewässergrundes durchzuführen, und auf zahlreichen andern Teilgebieten wurden ebenfalls zählwissenschaftliche Verfahren in Anwendung gebracht und damit eine Reihe wichtiger Fragen ganz gewaltig gefördert.

Diese zählwissenschaftlichen Verfahren haben aber noch eine Bedeutung, die recht eng mit dem Menschen, d. h. mit seiner Wirtschaft verbunden ist. Aus der großen Lebensgemeinschaft eines Sees haben einige Glieder für uns Menschen als Nahrungsmittel usw. eine beträchtliche wirtschaftliche Bedeutung. Unser Streben geht nun dahin, diese Nutzwesen in möglichst großer Menge zu erhalten, aber natürlich auch nicht auszurotten, indem wir eine Überzahl oder gleich alles fischen. Wir müssen uns also bestreben, die Lebensgemeinschaft, der diese Nutzwesen angehören, so zu beeinflussen, oder so aufzubauen, daß möglichst viele dieser Nutzwesen gefischt werden können und immer wieder ersetzt werden. Dazu gehört aber die Kenntnis des Gefüges und des Aufbaues dieser Lebensgemeinschaft und zu dieser Kenntnis verhilft uns wieder die Statistik oder Zählwissenschaft.

Wer sich darüber näher unterrichten will, sei namentlich auf die Untersuchungen Petersens[1] verwiesen. Sie liefern den schlagendsten Beweis dafür, daß die Biozönosenforschung und die Zählwissenschaft in der Hydrobiologie von ganz gewaltiger wirtschaftlicher Bedeutung sind.

Wie schon bemerkt, hat man die zählwissenschaftlichen Verfahren zuerst nur in der Planktologie angewandt. Hier sind sie heute auch verhältnismäßig am besten ausgebildet; für die Bodenforschung unserer Gewässer sind sie erst in der jüngsten Zeit durch Petersen und Sven Ekmann angewandt worden. Die nächsten Jahre werden da vermutlich noch Verbesserungen zeitigen. Über die statistischen Verfahren im besonderen werden wir weiter unten im Anschluß an die Verfahren zur Erforschung der Lebewelt des Grundes und des freien Wassers berichten; der Leser sei also auf S. 103 u. ff. und S. 131 verwiesen. Hier wollen wir lediglich die Wichtigkeit und Bedeutung derartiger Forschungen dem Leser nahelegen.

Freilich gibt es auch noch unter den heutigen Hydrobiologen Leute, die glauben, mit Schätzungsverfahren auszukommen, leider. Gar oft ist der einzige Grund der, daß sie sich eben nicht den Mühen der zählwissenschaftlichen Verfahren unterziehen mögen, und weiter hoffen sie damit früher und schneller wieder mit reifen! Forschungsergebnissen in die Öffentlichkeit treten zu können. Ihre Lorbeeren werden zeitlich sein und die Zukunft wird ihre Oberflächlichkeit bestimmt in voller Nacktheit zeigen. Wir möchten zur Begründung unseres Standpunktes nur einige Sätze von Lohmann, einem der erfolgreichsten der neuzeitlichen Planktonforscher, anführen, die gewiß verdienen, in dieser Arbeitsanleitung gewürdigt zu werden.

---

[1] Siehe S. 28.

...„Zweitens aber müssen immer mehr an die Stelle bloßer Schätzungen und geistreicher Erklärungen exakte Forschungsmethoden treten, wie sie uns jetzt in den chemischen und physikalischen Methoden der Pflanzen- und Tierphysiologie und den statistischen Methoden der Variation und Population, im Experiment und in der Kultur zur Verfügung stehen. Eine bloße Schätzung der Häufigkeit oder der Variabilität oder der Leistung einer Gestaltung muß in der Planktonforschung ebenso eingeschätzt werden, wie es der Fall sein würde, wenn ein Hydrograph den Salzgehalt und die Temperatur eines Meeresgebietes nur nach Gefühl und Geschmack schätzen und daraufhin ein Bild von den Strömungsverhältnissen desselben entwerfen wollte. Zu wie irrigen Vorstellungen die primitiven, subjektiven Methoden in der Planktonforschung führen, und wie hemmend ihre anscheinend eindeutigen Resultate wirken können, haben die Untersuchungen über den Planktongehalt der warmen Meere und über die Gesetzmäßigkeit der horizontalen Verteilung des Auftriebs über alles Erwarten so deutlich gezeigt, daß ein Zweifel über die Berechtigung dieser Forderung gar nicht möglich ist. Will die Planktonforschung den Charakter einer modernen Wissenschaft bewahren, so muß sie auf diesem Wege weitergehen."[1]

Vom Beschriften (Etikettieren) und von der Buchführung im Beobachten und Sammeln.

Es gehört zum genauen Arbeiten, nie lässig zu sein im Beschriften. Man verlasse sich nie auf sein Gedächtnis; eine nicht vorhergesehene Störung kann Grund sein, daß wir gesammelte Proben liegen lassen müssen, und wenn wir die Arbeit dann wieder fortsetzen wollen, läßt uns das Gedächtnis im Stich. Alle Proben, alle Präparate usw. sollen mit Aufschriften versehen werden und dies gleich beim Sammeln, beim Anfertigen. Ein Präparat ohne Aufschrift ist kein fertiges Präparat.

Weiter soll die Beschriftung (Etikettierung) ausreichend sein, d. h. uns über alles Wünschenswerte Auskunft geben. Die Aufschrift soll Auskunft geben über:

1. die Zeit; Tag, Jahr, bei Planktonproben oder in andern besondern Fällen auch über die Stunde des Fanges;

2. den Ort des Fanges; bei Seereisen über geographische Länge und Breite, bei Grundfängen genaue Tiefe usw.;

3. die Witterung (Wärmelage, Wind, Beschaffenheit des Himmels); diese Angaben sind namentlich für planktologische Arbeiten wichtig;

4. den Zustand des Wassers, namentlich bei planktologischen Arbeiten; es sind dies Angaben über Wärmelage, Farbe, Durchsichtigkeit, allfällige Natur der Trübung, allfällige Strömungen usw.;

5. das Fangverfahren, z. B. ob Netzfang, mit welcher Netzform, mit welcher Netzgazenummer, oder ob Wagrechtfang usw.;

6. den Zustand des Fangortes bei Grund- und Uferfängen, also Beschaffenheit des Grundes in geologisch-mineralogischer Beziehung, in floristischer Beziehung, den Bewuchs betreffend usw.;

7. die Fixierungs- und Konservierungsart, also z. B. fix. heiß konz. Sublimat, kons. Alkohol 75%;

8. die Nummer des Sammel- oder Beobachtungsbuches, wenn ein solches geführt wird.

Zu empfehlen ist die Anlage eines Aufschriften-(Etiketten-)büchleins; ein solches enthält durch entsprechende Lochung vorbereitet, je zwei Aufschriftenzettelchen mit derselben Nummer. Die eine wird nun mit Bleistift beschrieben und mit der Schrift nach außen der Probe zwischen Tube und Stöpsel beigegeben; auf der im Büchlein zurückbleibenden macht man die ausführlicheren Angaben. Dieses Vorgehen erleichtert später auch das Auffinden einzelner Proben.

Die Führung eines Protokollbuches ist äußerst zweckmäßig, ja für das richtig durchgeführte Arbeiten eine Notwendigkeit. Ein solches Protokollbuch enthält fortlaufend nummeriert sämtliche Fänge; jeder Fangnummer werden alle gemachten Beobachtungen beigefügt, am besten in Schlagworten. Die Gestaltung eines solchen Protokollbuches wird übrigens je nach der Arbeit und auch nach der Persönlichkeit des Arbeitenden recht verschieden sein. Hier macht sich auch sofort der gute Beobachter kenntlich.

Vom Zeichnen und vom Photographieren.

Ein richtiger Biologe muß zeichnen können; er soll nicht nur mit der Feder gewandt sein, sondern auch Zeichenstift und Pinsel zu handhaben wissen. Eine Zeichnung (vorausgesetzt, daß sie den Anforderungen entspricht, die man an eine solche stellen muß) ist einer Beschreibung stets vorzuziehen. Doch sollen sich beide ergänzen, das ist das Richtigste.

Zeichnen kann jedermann, der richtig sehen und beobachten gelernt hat. Ich spreche natürlich nur vom wiedergebenden Zeichnen. Der Hydrobiologe mache es sich zur Pflicht, möglichst viel zu zeichnen und zu skizzieren. Während des Zeichnens wird man gezwungenermaßen den Untersuchungsgegenstand besser beobachten, als man es vermutlich ohne dasselbe tun würde. Schon aus diesem Grund ist es von großem Wert. Manches an der Gestaltung des zu untersuchenden Lebewesens, vielleicht auch an der Ökologie, Ethologie und Physiologie wird einem erst beim Zeichnen auffallen. Weiter erleichtern uns Zeichnungen das Vergleichen früherer mit späteren Funden. Man darf sich diesbezüglich bei genauem Arbeiten nicht bloß auf das Gedächtnis verlassen. Zeichnungen geben überdies ein ausgezeichnetes Belegmaterial, und bei der Niederschrift der Arbeit wird man immer und immer wieder auf sie zurückgreifen. Meist werden Bleistiftzeichnungen oder Skizzen genügen, die den Untersuchungsgegenstand in einfachem grauen oder Tuschton wiedergeben. Bei lebhaft gefärbten Organismen aber ist das Anfertigen von Aquarellskizzen und farbigen Zeichnungen sehr zu empfehlen, ja notwendig. Viele Lebewesen des

[1] Man vergleiche in diesem Zusammenhange auch: Garns, H., Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Vierteljahrsschrift der nat. Ges. Zürich. Bd. 63. 1918. Da auch ein umfassendes bes. botanisches Schriftenverzeichnis.

Wassers verlieren beim Konservieren rasch ihre natürliche Färbung, oft auch ihre Form; da ist dann das Zeichnen, ja die farbige Wiedergabe eine Notwendigkeit.

Zweckmäßig wird man beim Zeichnen einige Geräte als Hilfsmittel verwenden. Doch ist hier nicht der Ort, darauf näher einzutreten. Wer darüber Aufschluß wünscht, findet alles in einem andern Heft derselben Sammlung zusammengestellt, der auch dieses Bändchen angehört.[1]

Weiter sei auch auf R. H. France, „Das Zeichnen mikroskopischer Objekte" in: „Elementarkurs der Mikroskopie" (Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlg. 1909) hingewiesen.

Wer über eine mikrophotographische oder überhaupt photographische Einrichtung verfügt, wird auch diese oft verwenden können.

Namentlich bei ökologischen Arbeiten ist es erwünscht, ganze Planktonformationen bildlich darzustellen. Das bequemste Verfahren, solche Bilder zu erhalten, ist das photographische. In größerem Maßstabe ist es zuerst von C. Wesenberg-Lund[2] angewandt worden. Das Hinderliche an der Sache ist nur ihre Kostspieligkeit und die verhältnismäßig große Umständlichkeit ihrer Herstellung namentlich auch dann, wenn die Bilder in Druckarbeiten veröffentlicht werden sollen. Es wird sich selten ein Verleger finden, der in dieser Beziehung restlos den Wünschen des Forschers nachkommen wird. Man hat auch da nach einer Vereinfachung und Verbilligung gesucht. Einar Naumann hat in dieser Richtung Versuche und Vorschläge gemacht.[3] Er hat vor allem versucht, zuerst die Platten auszuschalten, hat also Plankton-Formationsbilder unmittelbar auf Chlor-Bromsilberpapier abgedruckt. Dann ging er noch weiter und hat ein einfaches Verfahren gefunden, wodurch die sofortige Darstellung von Papierpositiven der Planktonformationen ermöglicht wird.

Er stellt das Formationsbild scharf auf die Visierscheibe ein, öffnet die Iris und setzt eine für die gebrauchte Okular-Objektivkombination berechnete Sternblende ein. Hierauf prüft er das Mattscheibenbild (jetzt als Dunkelfeld im Sonnenlicht). Dann erfolgt die Exposition auf einem in die Kassette eingelegten Gaslichtpapier in der gewöhnlichen Weise. Die Mattscheibe ist dabei in die Blendenöffnung einzulegen. Das Formationsbild tritt nach dem Entwickeln auf dem Papier unmittelbar als Positiv auf.

In besonderer Art hat auch Sven Ekmann[4] neuerdings das Zeichnen, bezw. die bildliche Wiedergabe benutzt, nämlich bei seinen quantitativen Bodenuntersuchungen im See Vättern in Schweden.

Vom Versuch (Experiment) in der Hydrobiologie.

Je fortgeschrittener jede Zweigwissenschaft der Naturforschung ist, um so ausgeprägter wird der Versuch zu ihrem Hauptuntersuchungsverfahren im Forschen. Wir gehören nun allerdings nicht zu jener Gruppe von Biologen, die als „Experimentelle Biologen" für alles andere, was nicht auch experimentell ist, nur Geringschätzung übrig haben; wir wollen das Verhältnis von beschreibender, vergleichender und experimenteller Biologie als das nehmen, was es tatsächlich ist, nämlich als etwas durch die geschichtliche Entwicklung der Forschung und durch die Sache, den Forschungsgegenstand selbst Bedingtes. Die Beschreibung und die Vergleichung ermöglichen doch erst das richtige Experiment; je besser sie sind, um so besser können die experimentellen Arbeitsweisen zur Anwendung kommen. Es ist also einfältig, in der experimentellen Forschung etwas den andern Verfahren Überlegenes zu sehen; es ist etwas ihnen Gleichgeordnetes, etwas, das erst durch sie in vollem Umfange möglich wird. Wir wollen unsere Stellungnahme so zeichnen: Es wird einmal der Augenblick kommen, wo in der Naturforschung überhaupt und auch bei jeder Teilfrage derselben ein weiterer Fortschritt nur mehr vom Versuch zu erhoffen sein wird. Heute sind wir aber noch lange nicht so weit, und besonders in der Hydrobiologie werden nach wie vor das Beschreiben und Vergleichen von Geschehen und Dingen wichtige Arbeitsweisen sein und bleiben. Doch möchte ich dem Leser schon hier die Wichtigkeit des Experiments nahelegen, ja ihn auffordern, es ebenfalls zu pflegen. Doch bleibe man sich dabei bewußt, daß ein vollwertiges Experiment bekannte Tatsachen voraussetzt, also nicht auf etwas ungenügend Bekanntes aufgebaut werden kann. —

Der Versuch ist das vornehmste Verfahren der Ursachenforschung. Wir dürfen nie den Glauben haben, wir hätten ein Ding, ein Geschehen ursächlich erkannt, solange wir es nicht im Experiment wiederholen können. — Vielleicht wird der Leser diesen Satz übertrieben finden; aber genaues Nachdenken wird ihn doch überzeugen, daß dem so ist. Jedes biologische Geschehen ist so ungeheurer verwickelter Natur, von so vielen Wirkungsgrößen abhängig, daß man nie behaupten darf, es ursächlich erkannt zu haben, bevor es nach unserm Willen wiederholt werden kann. Erst dann dürfen wir behaupten, alle Triebkräfte und die Rolle einer jeden erfaßt zu haben.

Das biologische Experiment ist nun keineswegs so leicht, wie es auf den ersten Blick scheint, wenigstens dann nicht, wenn es nicht bloß Zeitvertreib, sondern in richtiger Weise Forschungsverfahren sein soll. Wie Dahl sagt, ist es gleichsam das Stellen einer Frage an die Natur, auf welche diese in ihrer Weise Antwort gibt. Man muß also erstens die Frage richtig stellen und die Antwort dann auch zu verstehen vermögen. Der erwähnte Forscher weist darauf hin, daß jedes biologische Experiment zunächst sich dem natürlichen Verlauf des Geschehens möglichst eng anschließen soll und daß erst dann Schritt für Schritt die Abweichung in bestimmter Richtung zu erfolgen habe. Je besser also planmäßige Beobachtung vorgearbeitet hat, desto besser ist der Weg, auf dem das Experiment sich zu bewegen hat, schon vorgezeichnet. Man hat also, wie Dahl sagt, bei den ersten Experimenten die Bedingungen wesentlich so zu stellen, wie sie in der Natur gewohnterweise gegeben sind. Weiter ist bei jedem Experiment schärfste Prüfung und Wertung anzuwenden. Man hat namentlich bei Versuchen mit gefangenen Tieren, in unserm Falle also in Aquarien, stets den gegen die natürlichen Verhältnisse umgeänderten Zuständen Rechnung zu tragen. Kurz, je schärfere und allseitigere Kritik der Experimentator

[1] Günther, H., Das Mikroskop und seine Nebenapparate. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
[2] Wesenberg-Lund, C., S. S. 29. 1908.
[3] Einar Naumann, über die photographische Darstellung der Planktonformationen. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 7. 1915. S. 56. — 2. Mitteilung. Ebendort S. 443.
Siehe auch Seite 94. Anmerkung.
[4] Ekmann, Sven, S. S. 125.

übt, desto besser, desto genauer werden die Ergebnisse sein.

Es liegt auf der Hand, daß das erste Erfordernis zu richtigem Experimentieren eine Fragestellung ist. Ohne solche, also ganz plan- und ziellos experimentieren zu wollen, ist kindisch, ja oft verwerflich. In gar manchen Fällen läuft es auf reine Tierquälerei hinaus. Man werde sich dessen bewußt und suche auch hier stets ein Ziel und einen Zweck zu setzen.

Für den Anfänger ist es gegeben, schon ausgeführte Experimente zu wiederholen und sich dabei erst besonders zu bilden und sein Urteil zu schärfen, bezw. in der Anwendung der Verfahren einige Übung und Erfahrung zu erhalten.

Wasserorganismen sind von jeher besonders beliebt gewesen zu allen möglichen experimentellen Untersuchungen, und zwar sowohl Pflanzen wie Tiere. Der Grund liegt darin, daß die meisten dieser Organismen leicht in Aquarien zu halten sind.

Von den Aquarien als Hilfsmittel des Hydrobiologen und vom Züchten und der Haltung lebender Wasserorganismen überhaupt.[1]

Erster und oberster Grundsatz des Biologen soll sein, wo immer möglich seine Untersuchungen am lebenden Organismus durchzuführen. Immer ist dies nicht möglich, wohlverstanden, aber wo es sich durchführen läßt, ist es unbedingt zu tun. Nun finden sich ja die Gegenstände der Untersuchungen des Hydrobiologen draußen in der freien Natur. Hier haben die Untersuchungen immer anzuknüpfen und hier sollen sie so weit als möglich durchgeführt werden. Das Idealste ist, gleich auf dem Gewässer oder am Ufer, an Ort und Stelle die Untersuchung vornehmen zu können. Diese Forderung läßt sich aber auch nur bis zu einem gewissen Grade erfüllen. Mancherlei Außenumstände und die werklichen Hilfsmittel zu diesen Untersuchungen zwingen meist dazu, einen großen, wenn nicht ihren größten Teil im Arbeitsraum zu Hause durchzuführen. Will man nun der eingangs aufgestellten Forderung gerecht werden, so sind eben Einrichtungen nötig, die gestatten, Wasserorganismen auch zu Hause lebend halten zu können. Solche Einrichtungen im weitesten Sinne sind die Wasservivarien oder Aquarien, die nun enger noch Meer- oder Süßwasseraquarien sein können. Solche Aquarien sind, wie Urban[2] sehr treffend bemerkt, auf den ersten Blick gleichsam wie Ausschnitte aus einem See oder Tümpel usw., bei näherem Zusehen aber erweisen sie sich als Klein-, als Zwergteich, als ein „See im Glase", also als ein Stück in sich abgeschlossenen Lebens.

Das Aquarium im weitesten Sinne muß eines der wichtigsten Hilfsmittel des Hydrobiologen sein. Das wird meist noch viel zu wenig berücksichtigt. Wir können uns heute einen Hydrobiologen kaum denken, auf dessen Arbeitstisch nicht ein oder mehrere solcher Kleinteiche ständig vorhanden sind. Jene Lebensformen des Wassers, die er in dieser oder jener Beziehung untersuchen möchte, hat er hier ständig zur Hand. Oft kann er ihren ganzen Entwicklungskreislauf überwachen, sie in ihrem Gehaben und Gebahren beobachten und dabei manch Schönes genießen als Quelle reiner Freude.

Aquarien gehören zum Handwerksgerät des Hydrobiologen. Dabei fassen wir natürlich den Begriff möglichst weit. Schon ein einfaches Glas kann für manche Untersuchungen und manche Lebewesen wenigstens auf kürzere Zeit als Aquarium, als Wasservivarium dienen. Ja selbst Tubengläser, wie sie auf den Sammelfahrten und Sammelausflügen mitgenommen werden, können oft wochenlang mit entsprechenden Organismen besetzt, ein Kleinaquarium abgeben; sie sind für manche Untersuchungen sehr bequem, da sich auch kleine Wesen darin selbst mit der Lupe sehr gut beobachten lassen. Manche Beobachtung im Freien läßt sich so ausbauen. Kurz, der Wert der Aquarien kann als Ergänzung der Untersuchungen im Freien nicht hoch genug eingeschätzt werden. Daß das Aquarium sich heute neben dem Terrarium überall, wo einigermaßen neuzeitlicher Biologieunterricht, wo den neuen Anforderungen entsprechende Lebenslehre getrieben wird, Eingang verschafft hat, scheint mir genügend für die Richtigkeit unseres Standpunktes zu sprechen. Und von welch großer Bedeutung gerade auch für die

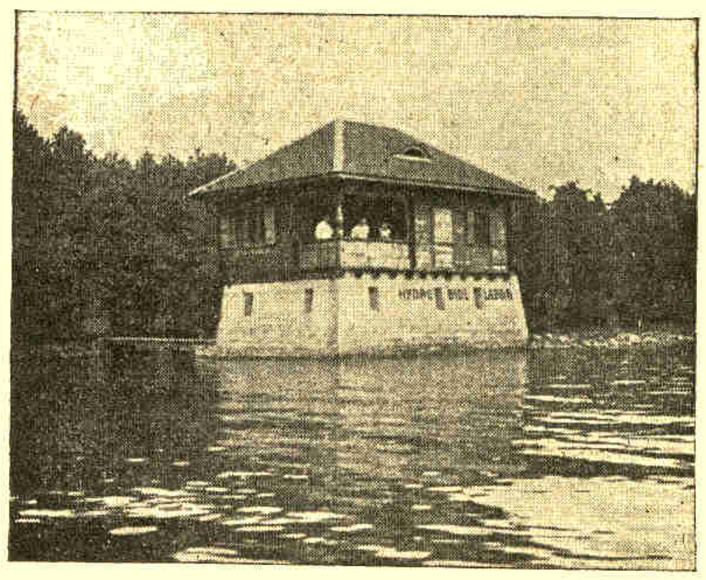


Abb. 5. Hydrobiologisches Laboratorium Kastanienbaum bei Luzern.

reine Wissenschaft sowohl Aquarium, als Terrarium sind, scheint mir beispielsweise durch die Biologische Versuchsanstalt im Prater zu Wien glänzend erwiesen zu sein. Doch dies mag genügen, um den Jünger der Hydrobiologie von der Wichtigkeit der Sache zu überzeugen.

Aus Platzmangel ist es uns hier nicht möglich, eine Darstellung der vielen Arten von Aquarien, ihrer Einrichtung usw. in genauer Vollständigkeit zu geben. Wir verweisen diesbezüglich auf die schon erwähnte Arbeit Urbans in Bastian Schmids Handbuch und auf folgende Arbeiten, in denen der Leser weitere Schriften aufgeführt finden wird.

Przibram, Hans, Die biologische Versuchsanstalt in Wien. Zeitschr. f. biolog. Technik und Methodik. Bd. I. 1910.

Matzdorf, G., Die Verwendung von Aquarien und Terrarien im Schulunterricht. Natur und Schule. 1902.

—, Lebende Tiere. Monatshefte für den naturwissenschaftl. Unterricht. 5. 1912.

Schmidt, Das Aquarium. In: Aus Natur und Geisteswelt.

[1] Vgl. in diesem Zusammenhange auch: Migula, über die Kultur von Algen. Mikrokosmos. Jahrg. 9, 1915/16. Seite 161 u. ff.

[2] Urban, Die Haltung lebender Tiere, in: Bastian Schmid, Handbuch der naturgeschichtl. Technik. Leipzig. Teubner. 1914. S. 268.

Berndt, W. Das Süß- und Seewasseraquarium, in: „Der Naturforscher". Leipzig, Th. Thomas.

Peter, Das Aquarium. 2. Aufl. Univers.-Bibl. Nr. 3955.

Stansch, Das Süßwasseraquarium, seine Einrichtung und Bepflanzung. Bibliothek für Aquarien- und Terrarienkunde. Verlag Gustav Wenzel & Sohn, Braunschweig.

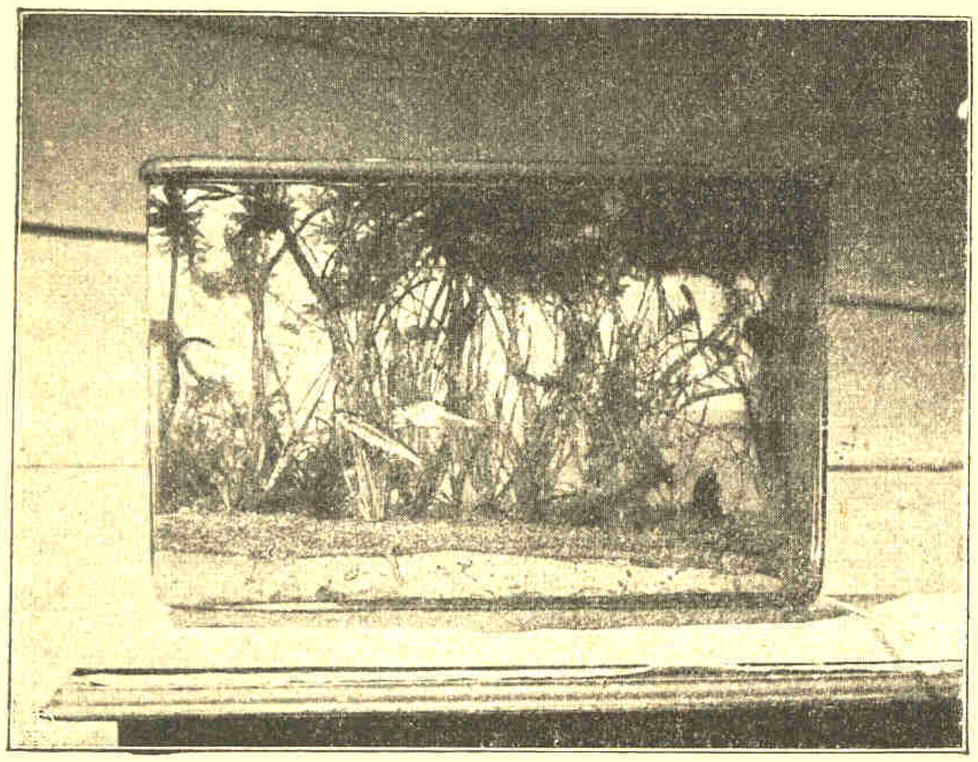


Abb. 6 Uferloses Aquarium.
(Aus: Schmid, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.)

Blätter f. Aquarien- und Terrarienkunde, herausgegeben von Woltersdorf. Verlag Wegener, Stuttgart.

Wochenschrift f. Aquarien- und Terrarienkunde, herausgegeben von Chr. Brüning. Verl. Gustav Wenzel & Sohn, Braunschweig.

Wie das Aquarium beschaffen sein soll, hängt natürlich in erster Linie davon ab, was man darin halten will. Je nach der Natur der zu haltenden Tiere oder Pflanzen und je nach dem besonderen Forschungsziel ist die Form, die Größe, die Art des Aquariums zu wählen.

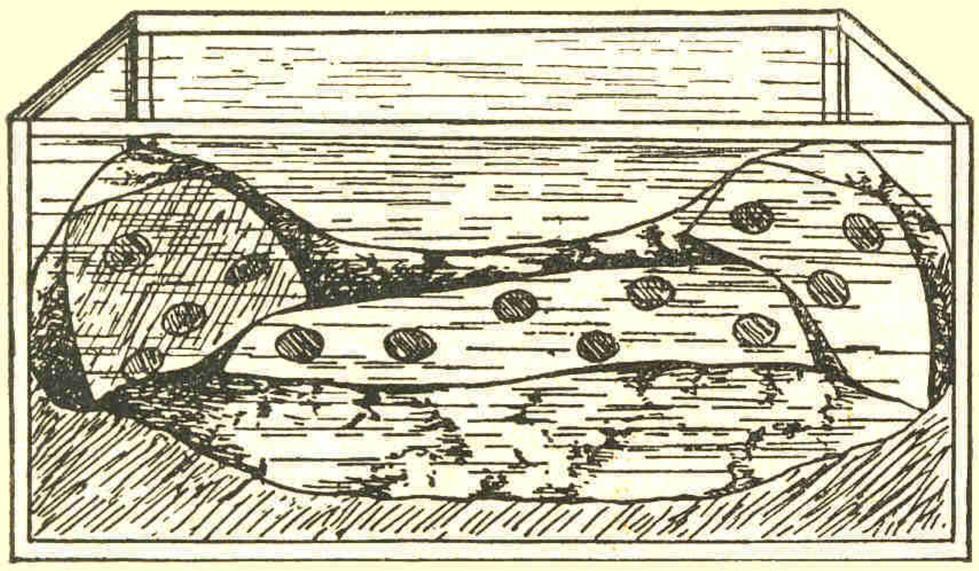


Abb. 7. Schema für die Einrichtung eines Uferaquariums.
(Aus: Schmid, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.)

In manchen Fällen wird ein einfaches Glas, ein Einmachglas, ein Akkumulatorenglas usw. vollauf genügen. Wenn nicht besondere experimentelle Fragen gelöst werden sollen, die eine von der Natur abweichende Aufstellung erfordern, soll, wie Urban sagt, leitender Grundsatz stets sein: Die Natur so weit als möglich nachzuahmen. Also auch hier ist das Aquarium, das Vivarium Mittel zum Zweck und nicht Zweck selber; deshalb hat die Art des Mittels sich ganz dem Zwecke unterzuordnen.

Die Aquarienkunde ist heute schon ziemlich ausgebaut. Um eine brauchbare Darstellung des rein Technischen und Praktischen geben zu können, langt der uns hier zur Verfügung stehende Raum nicht. Wir verweisen den Leser nochmals auf das oben erwähnte Schrifttum, wo er alles Einschlägige der neuen Aquarienkunde finden wird. Die verschiedenen Aquarienformen, Meer- und Seewasseraquarien, Vollglas- und Gestellaquarien, Sumpfaquarien oder Paludarien, durchströmte Aquarien, Beschickung, Bepflanzung, Pflege, Heizung usw. usw. sind dort so

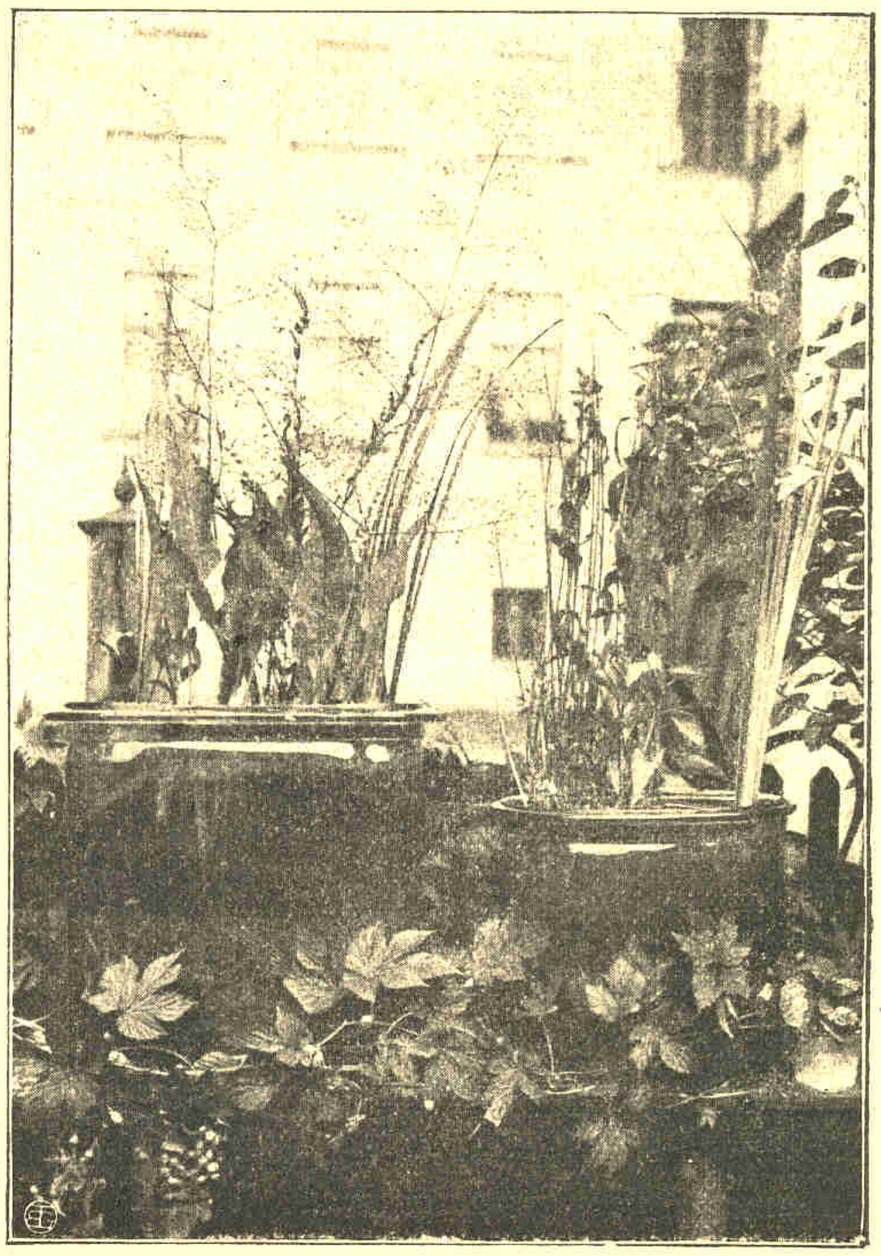


Abb. 8. Freilandpaludarium.
(Aus: Schmid, Handbuch der naturgeschichtlichen Technik. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin.)

dargestellt, daß jeder sich zurechtfinden kann, während wir hier auf zwei oder drei Seiten kaum das Notwendigste, geschweige eben eine Anleitung geben könnten.

Dagegen wollen wir hier auf die Kultur von Mikroorganismen etwas näher eintreten und namentlich auf die Formen jener kleinsten und allerkleinsten Aquarien hinweisen, die nicht Gegenstand der üblichen Aquarienkunde sind.

Ein bekannter Wiener Biologe, Paul Kammerer[1] hat vor einigen Jahren auf ein bereits altes Verfahren hingewiesen, um auch aus sehr entfernten Gewässern lebendes Material zu erhalten. Es ist dies das Verfahren der sog.

[1] Kammerer, über Schlammkulturen. Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. 2. 1907.

Schlammkulturen.

Das Verfahren benutzt die Fähigkeit vieler Wasserpflanzen und Tiere, Dauerkeime und Zysten zu bilden, die ein kürzeres oder längeres Austrocknen ertragen und nach Wiederanfeuchten zu neuem Leben erwachen.

Der aus der Tiefe oder aus dem Ufergebiet eines Gewässers gewonnene Schlamm (vgl. Seite 120 u. ff.) wird getrocknet und zwar, um eine den Keimen und Zysten schädigende allzu schroffe Temperaturerhöhung zu vermeiden, im Schatten. Das Trocknen hat zudem sofort und in derselben Gegend zu erfolgen, wo die Schlammprobe entnommen wurde.

Ist die Probe trocken, so wird sie genau mit entsprechender Aufschrift versehen und gut verschlossen aufbewahrt, bis sie angesetzt werden kann, d. h. bis sie wieder befeuchtet und damit wieder neu belebt wird. Dieses Ansetzen hat nun wie folgt zu geschehen. Jede Probe wird in ein gesondertes, natürlich ganz sauberes Glasgefäß gebracht, mit der Zeitangabe des Ansetzens, dem Fundort, der Fundstelle und der Fundzeit versehen. Als Ansetzgläser empfiehlt Kammerer sog. Einmachgläser oder Marmeladegläser oder niedrige Präparatengläser mit großem Durchmesser und flachem Rand und eingeschliffenem Glasstöpsel.

Ist die Probe in das Glas gebracht, so wird sie angegossen. Dazu benutzt man Wasser, das erst ausgekocht und dann wieder 24 Stunden oder länger durchlüftet wurde. Beim Angießen darf nun naturgemäß die Wärmelage des Wassers keine außergewöhnliche sein, am besten 16°—20° C, doch hat sie sich möglichst nach der in jener Gegend üblichen zu richten, aus der die Probe stammt.

Nach dem Angießen muß die Probe verschlossen werden, sonst wäre eine solche Zucht nicht einwandfrei, da eben durch die Luft die verschiedensten Keime der Ansetzgegend hineingelangen und ein verfälschtes Ergebnis zeitigen würden. Kammerer empfiehlt eine reine, leicht abnehmbare Glasplatte auf das Ansetzglas zu legen und mit einer leicht wieder lösbaren Kittsubstanz — Spermazetpflaster — festzudrücken und dann das Glas mit einem doppelten Pergamentpapier zu überbinden.

Die Zucht bez. Kleinpflanzung ist nun gut zu überwachen und über alle Beobachtungen genau Buch zu führen. Muß sie zu Untersuchungszwecken geöffnet werden, darf sie nicht zu lange offen stehen bleiben. Die Zucht ordnet und erhält sich nun selbst, d. h. für den Gashaushalt, die Ernährung usw. sorgen die erwachenden tierischen und pflanzlichen Wesen selbst.

Im allgemeinen sollen Schlammproben aus Gewässern nicht länger als 6 Monate trocken aufbewahrt werden. Wenn irgend möglich, empfiehlt es sich, sie innerhalb dieser Zeit anzusetzen. Kammerer hat freilich auch noch Ergebnisse erzielt mit Schlammresten, die bedeutend länger trocken lagen.

Es ist möglich, daß dieses Verfahren der Schlammzucht sich noch weiter vervollkommnen und ausbauen läßt. Das Wesentliche ist, daß sie uns ermöglicht, aus Gewässern weit entfernter Gegenden — Kammerer hat in Wien Zuchten angesetzt, die er anläßlich einer Reise in der Gegend des Weißen und des Blauen Nils gesammelt hatte — lebend die Kleintierwelt zu uns zu bringen und lebend zu untersuchen.

Über hydrobiologische Stationen, ihre Benutzung und Verzeichnis der wichtigsten derselben.[1]

Wie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts namentlich das Meer als hohe Schule für den Biologen immer mehr Bedeutung erhielt und die Ferienzeit jeweilen zu Forschungsfahrten an die Meeresküste immer mehr benutzt wurde, machte sich das Bedürfnis geltend, an dieser Küste Einrichtungen zu schaffen, die dies alles erleichterten und von allen äußeren Unzukömmlichkeiten unabhängig machten. Wenn man heute liest, wie ein Johannes Müller, ein Kölliker, ein Nägeli, wie Haeckel, wie die Gebrüder Hertwig und so viele andere ausgezogen sind, sich in irgend einem großen oder kleinen Küstenort niedergelassen haben und oft unter den einfachsten äußern Verhältnissen ihre Untersuchungen durchführten, so schlägt auch unser Herz unwillkürlich höher. Das Unabhängige eines solchen Lebens, das damit verbundene Wandern, das nicht nach Schule riechende solcher Forscher- und Entdeckerfahrten findet namentlich in jedem jungen Menschen Widerhall. Irgend eine sonndurchglühte Gegend am blauen Mittelmeer, an der dalmatinischen Küste oder auf einer friesischen Insel wird wieder lebendig und Erinnerungen vergangener Tage werden wach mit all ihrem Gehalt an unmittelbarem Erlebten. Wohl niemand möchte solche Fahrten missen, und auch unsere Zeit wird sie gerade vom Hydrobiologen in vermehrtem Maße fordern.

Immerhin konnten manche Studien und gerade Untersuchungen, die ein größeres Rüstzeug und viele Hilfsmittel erforderten, auf solchen Fahrten nicht in Angriff genommen werden oder doch nur mit großen Opfern und gewissen Einschränkungen. Daraus erwuchs das Bedürfnis nach sog. biologischen Stationen an der Meeresküste und später auch an den Ufern unserer Seen und Gewässer. Es war das Bedürfnis, gleich an Ort und Stelle die feinsten Untersuchungen durchführen zu können. Die Zahl dieser Stationen ist heute recht beträchtlich, wenn auch noch lange nicht genügend. Ihre Bedeutung für die Biologie, für die Naturwissenschaft ist nicht hoch genug einzuschätzen, und dazu kommt dann noch ihr wirtschaftlicher Wert, dessen Umfang heute noch von vielen Kreisen viel zu gering geschätzt wird.

---

[1] Vergl. auch Kofoid, The biological Stations of Europe. Washington. 1910. U. S. Bureau of Education. Bull. 440.

Mayer, Paul, Zoologische Methoden. Bd. X. in Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Fischer, Jena.

Als die ersten biologischen Stationen errichtet wurden, glaubte man, diese hätten, namentlich wenn sie nicht am endlosen Meere, sondern an einem engbegrenzten Süßwassersee lagen, ihr Gebiet bald erschöpft. Wenn heute jemand etwas Derartiges äußern würde, hielte man ihn für einen außerordentlich kindlichen Menschen. Ein See ist als Lebensraum für den Forscher noch lange nicht erschöpft, wenn einmal sein systematisches Inventar aufgenommen ist. Und dies ist heute wohl noch mit keinem Gewässer restlos der Fall. Ja, wir dürften sagen: die systematische Bestandsaufnahme gehört eigentlich erst zu den Vorarbeiten zur Lösung der vielen Forschungsfragen, die ein Gewässerhaushalt dem Biologen bietet und die schließlich wiederum nur einen Teil des Lebensproblems überhaupt ausmachen.

Dem Hydrobiologen, dem Biologen überhaupt kann die Benutzung dieser Stationen nicht genug empfohlen werden. Wer die Mittel zu einem Besuche aufbringen kann, — sie sind ja schließlich nicht so bedeutend, da die meisten Stationen Freiplätze haben und öfters Stipendien zur Verfügung stehen —, sollte, wo immer möglich, einen solchen für kürzere oder längere Zeit machen. Das Geschaute, neu Erlernte und die mancherlei Anregungen, die jeder da erhält, sind für den zünftigen Biologen, den Studenten, den Lehrer, den Naturfreund von bleibendem und richtendem Einfluß. Manche Probleme wird man überhaupt nur mit Hilfe einer solchen Forschungsstätte zu lösen vermögen, weil nur da sämtliche Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Namentlich zu experimentellen Arbeiten wird man den ganzen Wert einer hydrobiologischen Station schätzen lernen, und die zukünftige Forschung wird dem Experiment immer mehr Platz unter den Untersuchungsverfahren einräumen. Versuche fordern ja meist mehr und namentlich auch teurere Hilfsmittel, so daß der einzelne dafür geldlich nicht aufzukommen vermag. Da sind dann solche Forschungsstätten überhaupt der einzige Zufluchtsort, die einzige Möglichkeit. Wir lassen hier eine Liste dieser Anstalten folgen. Der Leser mag daraus ermessen, daß einzelne Staaten und Kreise die Bedeutung derselben erkannt haben. Einem jeden wünschen wir, daß er, sei es früher oder später, eine oder mehrere dieser Stätten der Forschung besuchen könne.

In welcher Art der Krieg alle diese Anstalten beeinflußt hat, können wir heute noch nicht sagen; hoffen wir, daß er wenigstens keiner den Untergang gebracht hat.

Deutsches Reich.

Biologische Anstalt auf Helgoland. Sie wurde 1892 gegründet. Leitung: Prof. Dr. F. Heincke. Es sind 16 Arbeitsplätze vorhanden, die das ganze Jahr zur Verfügung stehen für Fachgelehrte, Oberlehrer und Hochschüler; die Anstalt ist eine der besteingerichteten. Vor dem Krieg betrug die Gebühr für einen Arbeitsplatz bis zu 2 Monaten 20 Mark.

Biologische Station zu Plön. Sie ist heute Eigentum der Kaiser Wilhelm Gesellschaft. Leitung: Prof. Dr. Thienemann. Die Plöner Anstalt wurde als das erste derartige Institut von Prof. Dr. O. Zacharias gegründet. (Abb. 3.)

Preußisches Institut für Binnenfischerei in Friedrichshagen am Müggelsee bei Berlin. Leitung: Prof. Dr. Paul Schiemenz. Diese Anstalt ist, wie der Name sagt, hauptsächlich ein Forschungsinstitut für Binnenfischerei und alle mit dieser in Verbindung stehenden Fragen. Es sind über 20 Arbeitsplätze vorhanden.

Zoologische Station in Neapel. (Siehe unter Italien.)

Zoologische Station in Rovigno. (Siehe unter Österreich-Ungarn.)

Laboratorium für internationale Meeresforschung in Kiel.

Institut für Meereskunde, Berlin.

Bayrische Biologische Versuchsstation in München.

Teichwirtschaftliche Versuchsstation der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien in Trachenberg (Schlesien).

Teichwirtschaftliche Versuchsstation der Landwirtschaftskammer für die Provinz Hannover in Wahrenholz bei Hannover.

Institut für die wissenschaftliche Untersuchung der Niederelbe, Zoologisches Museum, Steintorwall, Hamburg.

Hydrobiologische Abteilung der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Münster in Westfalen.

Gebiet des ehemaligen Österreich-Ungarischen Staates.

Zoologische Station in Triest. Sie ist bereits 1875 gegründet worden. Es sind 24 Arbeitsplätze vorhanden.

Zoolog. Station in Rovigno (Istrien). Sie ist heute Eigentum der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Berlin. Die Arbeitsplätze werden den Fachgelehrten aller Staaten zur Verfügung gestellt. Gesuche um Verleihung eines solchen sind an die Leitung der Station in Rovigno zu senden.

Biologische Station in Lunz (Niederösterreich). Sie wurde mit privaten Mitteln von Dr. Kupelwieser gegründet, ist sehr gut eingerichtet und als Forschungsstätte für

Biologie, Physik und Chemie des Süßwassers gedacht. Gelehrte haben zu jeder Jahreszeit unentgeltlich Zutritt. Von Hochschülern wird eine Empfehlung ihres Institutsvorstandes über ihre Vorbildung für selbständiges Arbeiten verlangt (Abb. 4 u. 9).

Biologische Station zu Hirschberg in Böhmen. Sie ist Privatinstitut und besitzt 12 Arbeitsplätze. Anfragen um Benutzung werden am besten an die Leitung gerichtet.

Biologische Versuchsanstalt Prater-Wien. Es ist dies eine Versuchsanstalt für experimentelle Biologie überhaupt, also nicht nur speziell für Hydrobiologie. Die ungefähr 30 bis 40 Arbeitsplätze sind Gelehrten und Studenten zugänglich. Auskunft erteilt die Leitung.

Versuchsanstalt für Fischerei in Wien.

Böhmische Süßwasser-Station am Unter Focernicer See bei Prag.

Teichwirtschaftliche Versuchsstation in Frauenberg (Böhmen).

Ungarische Marine Biolog. Station in Fiume.

Ungarische Versuchsstation für Fischereibiologie und Abwasserbeseitigung in Budapest. (Magyar Kiralyi Halettani es Szennyviz Tisztito Kiserleti Allomas, Budapest.)

Schweiz.

Hydrobiologische Station der Naturforschenden Gesellschaft Luzern in Kastanienbaum bei Luzern. Gut eingerichtete, prächtig gelegene Anstalt mit 6 Arbeitsplätzen, die jedermann offen stehen. Gegründet 1915. Gesuche für Benutzung sind an die Leitung zu richten (Abb. 5).

Hydrobiologische Station in Davos.[1]

Italien.

Stazione Zoologica, Neapel. Sie ist das älteste, größte und besteingerichtete derartige Institut, eine deutsche Gründung (Anton Dohrn) und stand bis 1915 unter deutscher Leitung. Ihr Gepräge war international; eine Menge Staaten lieferten Beiträge und besaßen Arbeitstische für ihre Forscher und Studenten.

Stazione Limnologica, Bolsena.

Stazione di biologica e idrobiologia applicata, Acquario, Milano.

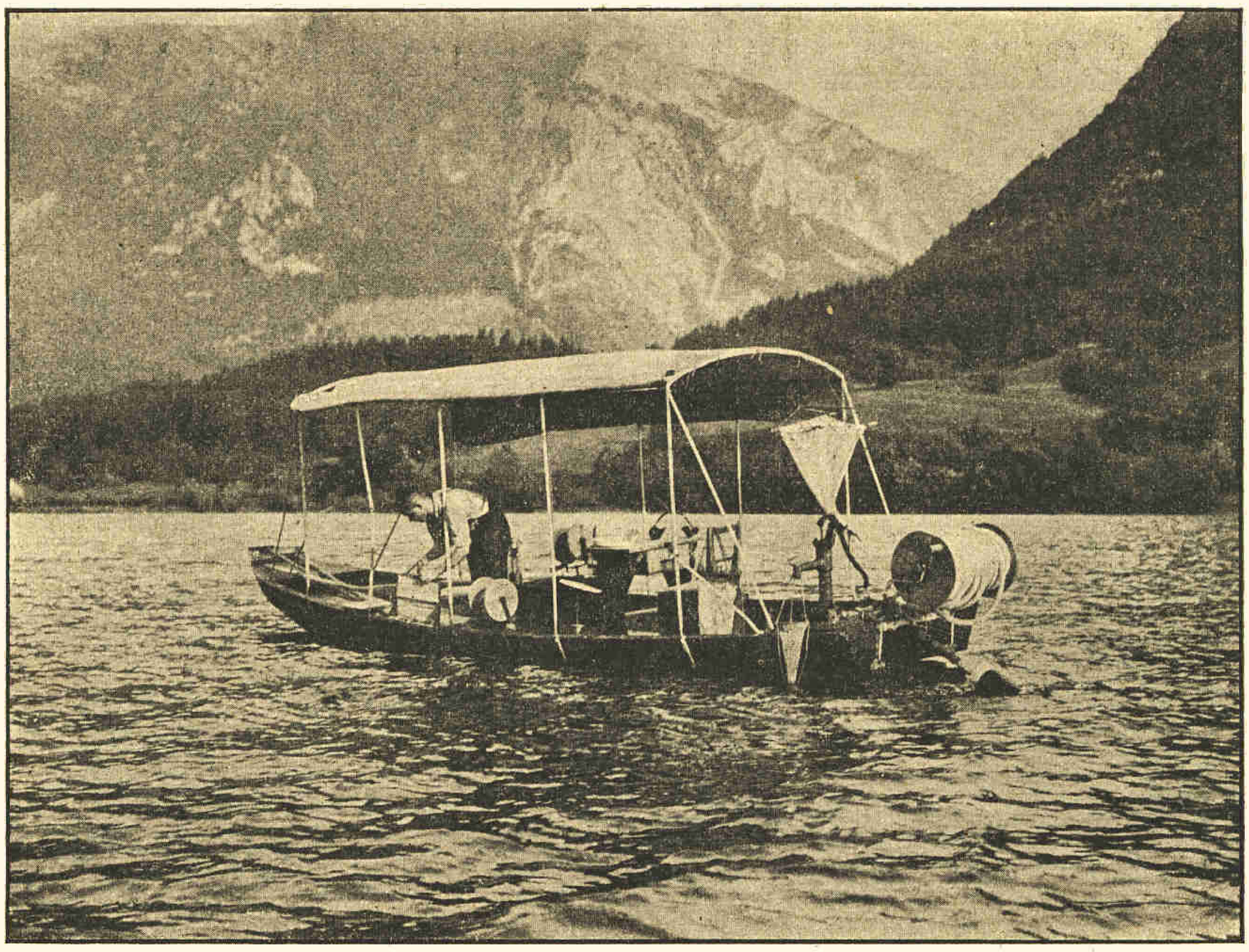


Abb. 9. Forschungsboot der biologischen Station zu Lunz (Niederösterreich) auf dem Lunzer Untersee. Man beachte die verschiedenen Arbeitseinrichtungen.

Biologische Station der Universität Cagliari in Cagliari (Sardinien).

Laboratorium von Quarto dei Mille bei Genua.

Frankreich.

a) Marine-Stationen.

Laboratoire Russe de Zoologie à Villefranche-sur-Mer. (Eigentum des Russischen Staates!)

Laboratoire de Biol. Marine de l'Université de Lyon à Tamaris-sur Mer.

Station zoologique de Cette (gehört zur Universität Montpellier!).

Laboratoire Arago à Banyuls-sur-Mer. Pyrénéees-Orientales (große Bücherei; Dampfer).

[1] 4 Arbeitsplätze; Benutzung frei; Anmeldung an die Station.

Station biologique à Arcachon, Gironde.

Laboratoire de Zoologie et Physiologie marine à Concarneau, Finistère.

Station Biologique (Laboratoire Lacaze-Duthiers) à Roscoff, Finistère.

Laboratoire du Musée national d'Histoire Naturelle à Tatihou.

Saint-Vaast-La-Hougue (Manche.).

Laboratoire de Zoologie marine de l'Université de Caën à Luc-sur-Mer, Calvados.

Laboratoire de Zoologie marine del'Université Aix-Marseille (Laboratoire Marion) à Endoume près Marseille.

Station aquicole, Boulogne sur Mer.

Station de Pisciculture et Hydrobiologie de l'Université de Toulouse, Toulouse.

Laboratoire de pisciculture de L'Université de Grenoble à Grenoble, Isère.

Station Zoologique à Le Portel, près Boulogne.

Station Biologique à Ambleteux, Pas-de-Calais.

Laboratoire de Biologie marine à Beaulieu, Alpes maritimes.

b) Süßwaſſer-Stationen.

Station Limnologique à Besse-en-Chandesse.

Monaco.

Institut Océanographique à Monaco. (12 Plätze, 2 Dampfer, Schauaquarium.)

Großbritannien.

Laboratory of the Marine Biological Association at Plymouth, Citadel-Hill, Plymouth.

Dove Marine Laboratory, Cullercoats, near Newcastle, Northumberland.

Biological Station at Port Erin, Isle of Man.

Millport Biological Station of the Marine Biological Association of the West of Scottland.

Gatty Marine Laboratory, St. Andrews Scottland.

Bangor Marine Station, Lorne Harbour, Bangor, County Down, Ireland.

Biological Station and Fish Hatchery at Piel-in-Barrow, Liverpool.

Marine Laboratory and Fish Hatchery at Bay of Nigg, Aberdeen, Scottland.

Challenger Office, Edinburg.

Irish Fisheries Investigation, 3 Kildare Place, Dublin.

Survey of Scottish Lakes (Pullar Trust), Edinburg, ohne eigentliche Station, verbunden mit dem Challenger Office, mit guten phyſikaliſchen Hilfsmitteln.

Sutton Broad Fresh-water Laboratory, Catfield, Great Yarmouth, England.

Holland.

Station der Zoolog. Geſellſchaft in Helder.

Aquarium der Zoolog. Geſellſchaft in Amſterdam.

Dänemark.

Biolog. Süßwaſſer-Laboratorium in Hilleröd bei Lyngby am Füreſee.

Unterſuchungsſtation der Däniſchen Kommiſſion for Havunderſögelſer in Kopenhagen.

Biolog. Station in Nyborg, Fyen.

Station in Godhavn, Disko, Weſtgrönland.

Schweden.

Marine Zoolog. Station Kriſtineberg, am Ausgang des Gullmar Fjordes, nördlich von Gotenburg.

Marine biolog. Station in Bohuslän.

Biolog. Süßwaſſerſtation Aneboda bei Lamhult, zwiſchen Malmö und Naſſjö.

Bornö Hydrographiſche Station bei Holma auf der Inſel Bornö.

Norwegen.

Biolog. Station in Bergen. Leiter: Helland-Hanſen. Im Sommer Kurſe.

Trondheimer Biolog. Station in Haegdalen bei Trondheim. (Es iſt dies die nördlichſte Station, die das ganze Jahr geöffnet iſt.)

Biolog. Station der Univerſität Chriſtiania in Dörbak.

Fiſchereiverſuchsſtation (Fiskeriforſögsſtationen) in Bergen. Steht in Verbindung mit dem Norwegiſchen Büro für Internationale Meeresforſchung.

Bulgarien.

Bulgariſche Zoolog. Station in Varna am Schwarzen Meer.

Rußland.

Biologiſche Station der Akademie der Wiſſenſchaften zu Petersburg, Sebaſtopol, Krim.

Ruſſiſche Marine biologiſche Station an der Murmanküſte, Alexandrowsk, Gouv. Archangelsk.

Ruſſiſche Fiſch-Kultur-Anſtalt in Nikolskoje, Gouvernement Nowgorod.

Hydrographiſche Station am See Glubokoje bei Moskau.

Biolog. Wolga-Station in Saratow.

Finnland.

Zoologische Sommerstation in Esbo-Lafo, Finnland.

Finnländische Versuchsanstalt für Fischerei in Evois, Finnland.

Spanien.

Marine Biolog. Station in Santander. (Estacion de Biologica Maritima Santander.)

Marines zoolog. Laboratorium in Palma, Mallorca, Balearische Inseln.

Laboratoria de Hidrobiologia española de Valencia, España.

Belgien.

Biologische Süßwasserstation in Overmeire (Flandern).

Vereinigte Staaten Nordamerikas.

Cold Spring Harbor (Long Island, New York) Station for Experimental Evolution.

Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Massachusetts (55 Zimmer, 3 Säle. Kurse im Sommer).

Marine Biological Laboratory of Leland Stanford Junior University, California (Pacific Grove, westlich von Monterey, California).

Biological Laboratory of the Brooklyn Institute of Arts and Science.

Venice Marine Biological Station, University of Southern California, Los Angeles.

Biological Station of University of Michigan, Aun Arbor, Douglas Lake, Michigan.

Puget Sound Marine Station, im Zusammenhang mit der University of Washington, Friday Harbor, Puget Sound.

Mountain Laboratory of the University of Colorado, Tolland, Colorado.

The San Diego Marine Station of California, La Jolla, California.

Marine Laboratory, Montego Bay, Jamaica.

Marine biological Survey of the Phillippines.

The United Staates Fisheries Marine Biological Station, Woods Hole, Massachusetts.

The United States Fisheries Marine Biological Station, Beaufort, North Carolina.

Laguno Marine Laboratory, Orange County, California.

Canada.

Canadian Biological Station. Wanderstation, war in St. Andrews, Canso, Malveque, Gaspi, Departure Bay bei Nanaimo, Vancouver Island.

Georgian Bay Biological Station, Huronsee (gehört zur Universität Toronto).

Japan.

Station von Misaki, Bucht von Tokyo. Leiter: J. Ijma.

Java.

Botanischer Garten in Buitensorg; Gebirgsstation in Tjibodas (13—1400 m ü. M. im Urwald).

Fischereistation in Batavia (auch für Biologen überhaupt).

Von den literarischen Vorarbeiten zu eigenen Untersuchungen.

Hat man sich zur Untersuchung irgend einer Frage entschlossen, so ist die eingehende Beschäftigung mit dem diese berührenden Schrifttum unbedingtes Erfordernis.

Die hydrobiologische Literatur ist heute bereits recht umfangreich. Neben zahlreichen größeren und kleineren Gesamtdarstellungen und Einzelarbeiten gibt es auch mehrere Zeitschriften. Gerade letztere sind für den Hydrobiologen eine wahre Fundgrube; die Beschäftigung mit ihnen ist um so unerläßlicher, da sie meist auch anderweitig erscheinende, das Arbeitsgebiet berührende Veröffentlichungen in kurzen Auszügen wiedergeben, also immer über den neuesten Stand des Wissensgebietes unterrichten.

1. Einzeldarstellungen.

Die Zahl der unser Gebiet behandelnden Einzeldarstellungen ist sehr groß. Wir können hier nur die wichtigsten aufführen, wobei die allgemein orientierenden an erster Stelle genannt seien:[1]

Apstein, G., Das Süßwasserplankton. Kiel u. Leipzig, Lipsius und Tischer. 1896.

— Tierleben der Hochsee. Reisebegleiter für Seefahrer.

— Planktonkunde. Handbuch für Naturfreunde. Herausgegeben von Rothe und Schroeder. Kosmos 1912.

— Das Sammeln und Beobachten von Plankton, in: Neumayr, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. 1906.

Aufseß, Otto, Freiherr von, Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Die Wissenschaft. Heft 4. Vieweg & Sohn. 1905.

Bachmann, H., Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstätter Sees. Fischer, Jena. 1911.

Brandt, K., Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Abt. Kiel. Bd. 3. 1898.

— über den Stoffwechsel im Meere. Ebenda. Bd. 4. 1899 und Bd. 6. 1902.

— über Anpassungserscheinungen und Art der Verbreitung von Hochseetieren, in: Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. 1. 1892.

— über Produktion und Produktionsbedingungen im Meere. Conseil permanent international pour l'exploration de la mer. Rapports et procés-Verbaux des Réunions. Bd. 3. 1905.

[1] Man vergleiche übrigens auch die den einzelnen Abschnitten dieses Buches beigegebenen Schriftenverzeichnisse.

Brandt, K. u. Apstein, C., Nordisches Plankton. Kiel und Leipzig. (Seit 1901.)

Brauer, A., Die Süßwasserfauna Deutschlands. Eine Exkursionsfauna. Jena. G. Fischer. Wichtigstes rein systematisches Bestimmungswerk!

Brohmer, P., Die Fauna von Deutschland. Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. Quelle & Meyer. Leipzig. 1914.

Chodat, Algues vertes de la Suisse. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Bd. 1. Bern, Wyß.

— Monographie d'Algues en culture pure. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz. Bd. 4. 1913. Ebenda.

Chun, C., Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. Bibliotheca Zoologica. Bd. 1. 1887.

— Atlantis, biologische Studien über pelagische Organismen. Ebenda. Heft 19. 1896.

— Beziehungen zwischen dem arktischen und antarktischen Plankton. 1897.

— Aus den Tiefen des Weltmeeres. Jena. G. Fischer. 2. Aufl. 1902.

Dahl, F., Die Verbreitung der Tiere auf hoher See. Sitzungsberichte. Preuß. Akad. Wissenschaft. Berlin, physik.-mathem. Klasse. Bd. 6. 1898.

— Anleitung zum wissenschaftl. Sammeln und Konservieren von Tieren. 2. Aufl. Jena. Fischer. 1908.

Drygalski, E. v., Zum Kontinent des eisigen Südens. Deutsche Südpolar-Expedition. Fahrten und Forschungen des Gauß. 1901—1903. Berlin. G. Reimer. 1904.

Eyferth, B., Schoenichen & Kalberlah, Einfache Lebensformen des Tier- und Pflanzenreichs. Goeritz. Braunschweig. 4. Aufl. 1909.

Fischer, A., Bakterien des Meeres. Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. 4. M. g. 1894.

— Hermann, Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Wasserpflanzen. Arch. f. Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. 10.

Forel, F. A., Handbuch der Seenkunde.

— Le Léman, Monographie limnologique. Bd. 1 und 2. Lausanne. 1892 u. 95.

Fowler, G. H., Science of the Sea. An elementary Handbook of practical oceanography for travellers, sailors und yachtsmen. Prepared by the Challenger soc. 1912.

Franz, Küstenwanderungen. In: Dr. Bastian Schmids Naturwissenschaftl. Schüler-Bibliothek. Leipzig. Teubner. 1911.

Götzinger, G., Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Hydrograph. Supplemente. 2. Serie. 1912.

— Die Eisverhältnisse der Lunzer Seen. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie. Hydrograph. Supplemente. 5. Serie. 1917.

Gran, H., Das Plankton des norwegischen Nordmeeres von biologischen und hydrographischen Gesichtspunkten aus behandelt. Rep. Norwegian. fishery-and Marine Investigations. Bd. 2. 1902.

Gruber, A., Ein Wurzelfüßer des Süßwassers in Bau und Lebenserscheinungen. Tier- und Pflanzenleben des Süßwassers. J. J. Weber. Leipzig.

Haeckel, E., Planktonstudien. Jena 1890.

Häcker, Die Tiefsee-Radiolarien. Wiss. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. Bd. 14. 1908.

Hesse-Doflein, Tierbau und Tierleben. Bd. 1. 1910; Bd. 2. 1914.

Hensen, V., Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldstiftung. Bd. 5. 1911.

— Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren. 5. Bericht der Kommiss. z. wissenschaftl. Unters. der deutschen Meere.

Hentschel, E., Das Leben des Süßwassers. Reinhardt. München. 1909.

— Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. Mitteil. aus dem Zoolog. Museum in Hamburg. Jahrg. 33. 2. Beiheft zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftl. Anstalten. Hamburg. 1916.

— Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigungen der Elbe bei Hamburg. Mitteil. aus dem Zool. Museum in Hamburg. Jahrg. 34. 2. Beiheft zum Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftl. Anstalten. Hamburg. 1917.

Hjort, Joh., Die Tiefsee-Expedition des „Michael Sars" nach der Nord Atlantik im Januar 1910. Internat. Revue der gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 4.

Hustedt, Die Süßwasserdiatomeen Deutschlands. 3. Aufl. Stuttgart. Franckh. 1914.

Johnstone, J., Conditions of Life in the sea. Cambridge Biological Series. 1908.

—, Life in the sea. Cambridge Manuals of Science and Literature. 1911.

Joubin, R., La vie dans les océans. 1912.

Karsten, G.,, Das Phytoplankton der Valdivia-Expedition. Wissensch. Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition. Bd. 2. 1907.

Keller, C., Das Leben des Meeres. 1895.

Kofoid, The Plankton in the Illinois-River. 1894—1898. Part. 1. Bullet. Illinois State Laborat. Natural Histor. Bd. 6. 1903. Part. 2. Ebenda. Bd. 8. 1908.

Kolkwitz, Pflanzenphysiologie. Jena, G. Fischer. 1914.

Klausener, Die Blutseen der Hochalpen. Intern. Revue der gesam. Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 1. 1908.

Knauthe, Karl, Das Süßwasser. Neudamm. 1907.

Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. 2 Bd. Stuttgart. J. Engelhorn. 1907.

Rückenthal, Die marine Tierwelt des arktischen und antarktischen Gebietes. Veröffentl. d. Inst. für Meereskunde und geogr. Inst. Univ. Berlin. Heft 11. 1906.

Lampert, Das Leben der Binnengewässer. Leipzig. Tauchnitz.

Lauterborn, R., Die Sapropelische Lebewelt. Ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer. Verhandl. des naturhistor.-

med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 13. 1915.
— Süßwasserfauna. In: Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 9. Seite 861—920. Fischer. Jena. 1913.
Lemmermann, E., Phytoplankton des Meeres. Abhandl. des nat. Ver. Bremen. Bd. 16. 1899 und 1903.
Lindau, G., Die Algen. (Kryptogamenflora für Anfänger. Berlin. Julius Springer.
Lohmann, Die Probleme der modernen Planktonforschung. Verhandl. der Deutschen Zoolog. Gesellschaft. 1912.
— Die Coccolithophoriden. Arch. f. Protistenkunde. Bd. 1. 1902.
— Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton und über die Brauchbarkeit der verschiedenen Fangmethoden. Wiss. Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Abt. Kiel. Bd. 5. 1901.
— Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Ebenda. Bd. 10. 1908.
— Die Gehäuse und Gallertblasen der Appendikularien und ihre Bedeutung für die Erforschung des Lebens im Meere. Verhandl. der Deutsch. Zoolog. Ges. 1909.
— über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben im lebenden Zustande. Int. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 4. 1911.
— Untersuchungen über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee. Veröffentl. des Inst. für Meereskunde. Neue Folge. Geogr. naturwiss. Reihe. Berlin. 1912.
— Untersuchungen über das Pflanzen- und Tierleben der Hochsee im Atlantischen Ozean während der Ausreise der „Deutschland". Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin. 1912.
Magnin, La végétation des Lacs du Jura. Paris. Klincksieck. 1904.
Meisenheimer, Joh., Pteropoden. Wiss. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. Bd. 9. 1905.
— Pteropoden. Deutsche Südpolar-Expedition. Bd. 9. Zoologie. Bd. 1. 1908.
Miall, L. C., The Natural History of aquatic insects. London. 1909 (in englischer Sprache, sehr anschauliche Schilderung des Baues und der Lebensweise unserer Wasserinsekten).
Murray, John, Narrative of the Cruise of the M. S. Challenger, with an General account of the scientific results of the Expedition (1873—1876). Bd. 1 u. 2. 1886.
Nathansen, Alex., Tier- und Pflanzenleben des Meeres. Wissenschaft und Bildung. 1910.
— über die allgemeinen Produktionsbedingungen im Meere. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 1. 1908.
— über die Bedeutung vertikaler Wasserbewegungen für die Produktion des Planktons im Meere. Abhandl. der mathem. physik. Klasse der sächs. Gesellschaft. Wissenschaft. Leipzig. Nr. 5. 1906.
Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen.
Ortmann, A., Grundzüge der marinen Tiergeographie. Jena. 1896.
Ostwald, Wolfg., Zur Theorie des Planktons. Biolog. Zentralblatt. Bd. 22.
— Zur Theorie der Schwebevorgänge sowie der spez. Gewichtsbestimmungen schwebender Organismen. Arch. ges. Phys. Bd. 94. 1903.
Pascher, Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Jena. G. Fischer. Wichtiges Bestimmungswerk! Viele Mitarbeiter!
Petersen, C. G. & Boysen-Jensen, Valuation of the sea Bottom, its food and quantity. Reports of the Danish Biological Station. Vol. 20 u. 21. 1911.
Pütter, August, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. 1909.
— Der Stoffhaushalt des Meeres. Zeitschr. für allgem. Physiologie. Bd. 7. 1907.
Regnard, P., La vie dans des eaux. 1889.
Reinke, J., Die zur Ernährung der Meeres-Organismen disponiblen Quellen an Stickstoff. Berichte der Deutschen Bot. Ges. Bd. 21. 1903.
Report of the Challenger-Expedition. Seit 1881. Vollständig.
Richard, J., L'oceanographie. 1911.
Richter, Osw., Zur Physiologie der Diatomeen. Die Biologie der Nitschia putrida Ben. Denkschrift k. Akad. Wissensch. Wien, math. naturw. Klasse. 1909.
Rhumbler, L., Die Foraminiferen der Planktonexpedition. Ergeb. d. Planktonexpedition. Bd. 3. 1911.
Römer u. Schaudinn, Fauna arctica. Eine Zusammenstellung der arktischen Tierformen, mit besonderer Berücksichtigung des Spitzbergen-Gebietes auf Grund der Ergebnisse der Deutschen Expedition in das nördliche Eismeer im Jahre 1898 (auf der „Helgoland"). Enthält auch botanische Beiträge.
Ruttner, Die Verteilung des Planktons in Süßwasserseen, in: Abderhalden, Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. Bd. X. 1914.
Schott, G., Physische Meereskunde. Sammlung Göschen. Bd. 112.
— Ozeanographie und maritime Meteorologie. Wiss. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Exped. Bd. 1. 1902.
Schmidt, Johs., Report on the Danish oceanographical Expeditions 1908—10 to te Mediterranean and adjacent Seas (noch unvollendet!).
Schröter, Die Schwebeflora unserer Seen. Neujahrsblatt der naturforsch. Ges. Zürich. 1897.
Schütt, Analytische Planktonstudien. Kiel und Leipzig. 1892.
Seligo, Tiere und Pflanzen des Seenplanktons. Stuttgart. Franckh.
Spry, Die Expedition des Challenger. Eine wissenschaftl. Reise um die Welt. Deutsch, von H. v. Wobeser.
Steinmann, Sammelbericht über die neuesten Arbeiten über Bachfauna. Internat. Rev. der gesamten Hydrobiol. u. Hydrographie. Bd. 2.
— Praktikum der Süßwasserbiologie. 1. Tiere und Pflanzen der fließenden Gewässer. Sammlung naturwiss. Praktika. Bd. 7. Bornträger. Berlin. 1915.

Steuer, Planktonkunde. Teubner. Leipzig. 1910.
— Biologische Beobachtungen auf Seereisen. In: Die Flagge. Organ des österr. Flottenvereins. Nr. 7. 1908.
Stiasny, Das Plankton des Meeres. Sammlung Göschen. Bd. 675. Leipzig. 1913. (Sehr gute Zusammenfassung!)
Stokes, Aquatic Microscopy for Beginners, or Common Objects from the Ponds and Ditches. 4 Edit. New York. 1918.
Ulmer, G., Aus Seen und Bächen. Die niedere Tierwelt unserer Gewässer. In: Naturwissensch. Bibliothek für Jugend und Volk. Quelle & Meyer. Leipzig. 1914.
— Unsere Wasserinsekten. Ebenda 1911.
Unwin, E., Pond Problems. Cambridge, at the University Press. 1914. Verleger: Richardson.
Volk, R., Hamburgische Elbuntersuchungen. In: Mitt. a. d. Naturhistor. Mus. Hamburg. wiss. Anstalten. 18—23. 1901—1906.
Ward and Whipple, Textbock on American Fresh Water Biology. New York. 1918.
Walther, Joh., Bionomie des Meeres. 1893.
Wesenberg-Lund, Plankton Investigations of the Danish Lakes. 1908.
— Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons nebst Bemerkungen über die Hauptprobleme zu künftigen limnologischen Forschungen. Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Biolog. Supplemente. 1910.
— Insektlivet i ferske vande. Kopenhagen 1915. Prächtiges Werk!
Wilhelmi, J., Plankton und Tripton. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkunde. Bd. 11. 1916.
— Die angewandte Zoologie als wirtschaftlicher, medizinisch-hygienischer und kultureller Faktor. Julius Springer. 1919.
— Kompendium der biologischen Beurteilung des Wassers. G. Fischer. Jena 1915.
Whipple, The microscopy of drinking water. New York and London. 1899.
Woltereck, R., Tierische Wanderungen im Meere. In: Meereskunde. Sammlung volkstümlicher Vorträge. Berlin. 2. Jahrg. 3. Heft. 1908.
— Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderung, speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphniden. Verhandl. Deutsch. Zoolog. Ges. 1909.
Zacharias, O., Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers. J. J. Weber. Leipzig.
— Das Süßwasserplankton. Aus Natur- und Geisteswelt. Teubner. Leipzig.
Zschokke, Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Denkschr. d. Schweiz. naturf. Ges. Bd. 37.
— Die Resultate der zool. Erforschung hochalpiner Wasserbecken seit dem Jahre 1900. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 1.
— Die Tiefenfauna der Seen Mitteleuropas. Eine geogr. faunist. Studie. Monographien und Abhandlungen zur internationalen Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 4. 1911.

2. Zeitschriften.

Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Herausgegeben von O. Zacharias. A. Thienemann. Stuttgart, seit 1906. Erschien früher als Forschungsberichte aus der Biolog. Station zu Plön. 1893—1905.
Annales de Biologie lacustre. Herausgegeben von E. Rousseau. Brüssel.
Berichte aus der Bayr. Biolog. Versuchsstation in München. Bis jetzt nur Bd. 1 u. 2. 1908—1909.
Bibliotheca Zoologica. Originalabhandlungen. Herausgeber Leuckart, Chun. Enthält eine große Anzahl für den Hydrobiologen sehr wichtiger Abhandlungen. Stuttgart. E. Nägele.
Biologisches Zentralblatt. Enthält in den meisten Jahrgängen Aufsätze aus unserem Gebiete.
Bulletin du Musée Océanographique de Monaco (seit 1904).
Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Herausgegeben von der Zoolog. Station in Neapel (seit 1830). Monographische Arbeiten über einzelne Tier- und Pflanzenformen und Tier- und Pflanzengruppen aus dem Golfe von Neapel.
Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Leipzig. W. Klinkhardt. (Seit 1908.)
Diese wichtigste Zeitschrift auf hydrobiologischem Gebiete umfaßt:
a) Die eigentliche Zeitschrift.
b) Biologische Supplemente.
c) Hydrographische Supplemente.
Journal of Marine Biolog. Association Plymouth.
Publications de circonstance. Conseil permanent pour l'exploration de la Mer.
Reports of the Danish Biolog. Station.
Reports Norwegian Fishery and Marine Investigations.[1]
Zeitschrift für Hydrologie. Herausgegeben von der hydrolog. Kommission der Schweiz. Naturf. Ges. Aarau. Sauerländer. (Im Erscheinen begriffen!)
Ur Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter. Berlin. Julius Springer.
Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde. Berlin.
Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel und der biolog. Anstalt auf Helgoland. Seit 1873. Neue Folge seit 1889. Zwei Abteilungen, eine für Kiel und eine für Helgoland.

Die schriftstellerische Verwertung der Untersuchungsergebnisse.

Es liegt auf der Hand, daß jeder wissenschaftlich Arbeitende die Ergebnisse seiner Untersuchungen auch verwerten möchte, ja verwerten soll, indem er sie andern zugänglich macht. Das geschieht durch deren Veröffentlichung. Wir sind nun durchaus nicht der Meinung, daß auch alles und jedes gedruckt werden soll; wir

[1] Darin namentlich ozeanographisch wichtig: Helland Hansen und Fridtjof Nansen: The Norwegian Sea. Bd. II. 1909.

leiden vielmehr heute an einer Überfülle schriftstellerischer Erzeugnisse. Die Fülle, die Menge muß da sehr oft den innern Wert ersetzen. Ist also die Veröffentlichung, die Drucklegung der Untersuchungsergebnisse auch das Ziel des arbeitenden Hydrobiologen, so darf er andererseits nicht vergessen, daß dabei sein oberster Grundsatz sein muß und sein soll, nur Gereiftes und wirklich Neues derart zu verwerten.

Wir haben schon weiter oben ausgeführt, daß jeder Untersuchung Vorarbeiten vorauszugehen haben, die das Schrifttum betreffen. Dadurch wird man mit den Erfahrungen und Ergebnissen früherer Forschungen bekannt, erkennt die Grundlagen, auf die sich die neuen Fragen aufbauen und auf die die ganze Untersuchung zu fußen hat. Hier hat nun natürlich auch die schriftstellerische Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse anzuknüpfen. Der Aufbau der wissenschaftlichen Arbeit selbst wird durch den Stoff bedingt. Der Grundgedanke, der leitende Gedanke soll klar erkennbar sein, Nebensächliches als solches behandelt und gleichsam in einem Dienstverhältnis zum leitenden Gedanken stehen.

Die Darstellung soll erkennen lassen, wie man zu den neuen Ansichten, Lehren, Sätzen und Ergebnissen gekommen ist, so daß jeder sich Rechenschaft geben kann, ob die Schlüsse richtig sind oder nicht. Die Abhandlung soll klar und verständlich sein. Dies stellt auch gewisse Anforderungen an die Schreibart. Sie soll einfach sein, und die Gedanken, die man mitteilen will, deutlich machen. Das ist nach meinem Dafürhalten die Hauptforderung, die von der Wissenschaft an die Ausdrucksform zu stellen ist. Es liegt auf der Hand, daß nicht die große Menge der Fremdwörter den Wert einer wissenschaftlichen Abhandlung ausmachen. Das meint der Neuling, der in jedem Fremdwort etwas Geheimnisvolles sieht, wobei dieses Geheimnisvolle aber nur in seiner Unverständlichkeit liegt. Nein, auch der Wissenschaftler ist es seiner Sprache schuldig, sie rein zu schreiben. Natürlich hat er sich dabei den zwischenstaatlichen Abmachungen über die Namengebung zu fügen und namentlich die überall verständlichen lateinischen oder verlateinten Ausdrücke anzuwenden.

Der Leser wird ja wissen, daß auf keinem Gebiete der zwischenstaatliche Zusammenschluß so ausgeprägt wie gerade auf dem der Wissenschaft bestimmte Regeln aufgestellt hat. Diese Regeln beziehen sich zu einem guten Teil auf die besondern Begriffe jeder Teilwissenschaft, für die allgemeingültige Fachausdrücke geprägt werden. Diese wird man unter allen Umständen einhalten müssen. Ich werde also in wissenschaftlichen Abhandlungen von Rana esculenta, von Hydrodiction utriculatum sprechen und nicht einfach vom Frosch oder vom Wassernetz usw. Ähnliches gilt von den Bezeichnungen der räumlichen Anordnung der Teile eines Lebewesens, von der Bezeichnung der Schnittrichtung, der Körperabschnitte usw.[1]

Für Längen-, Flächen- und Hohlmaße muß wohl kaum bemerkt werden, daß stets das metrische System anzuwenden ist, für Gewichte Gramme usw., für Wärmegrade Celsius.

Für gebrauchte Chemikalien ist ebenfalls der auch in fremden Sprachen verständliche Ausdruck, also die chemische Formel aufzuführen oder doch dem deutschen Ausdruck beizufügen. Hier soll auch noch auf den Wert der Abbildungen verwiesen werden; sie erhöhen in hohem Grade die Verständlichkeit der sprachlichen Ausführungen, vorausgesetzt, daß sie den Anforderungen genügen, die man an Abbildungen stellen muß.

Einfache Strichzeichnungen, Abbildungen, die sich im Drucksatz wiedergeben lassen, können meist in unbeschränkter Zahl den Abhandlungen beigegeben werden. Sie sind schon ihrer Billigkeit wegen vorzuziehen und auch bequemer, da sie ja an jener Stelle, wo man im Schriftsatz auf sie Bezug nimmt, eingefügt werden können. Die Abbildungen sind stets möglichst eingehend mit Erklärungen zu versehen und die Beschriftung entsprechend vorzunehmen.

Eine wichtige Frage ist für den schriftstellerisch tätigen Wissenschaftler jeweilen die nach dem Ort und nach der Art der Veröffentlichung seiner Abhandlung. Der Hydrobiologe wird wohl in den seltensten Fällen sich dazu entschließen, diese in Buchform als Einzelschriftwerk, als Einzelausgabe erscheinen zu lassen. Dies eignet sich nur für Arbeiten, die auf einen großen Leserkreis rechnen können und infolgedessen größere geldliche Aufwendungen erlauben.

In der großen Mehrzahl der Fälle wird der Hydrobiologe seine Arbeiten in einer Fachzeitschrift unterbringen. Diese Zeitschriften werden von sachverständigen Kreisen und größeren Büchereien gehalten. Die Arbeit wird also an die richtige Bestimmung gelangen und nicht unbeachtet bei einem Verleger im Lagerbestand modern.

---

[1] Es ist rätlich, auf zoolog. Gebiet da den Vorschlägen von F. E. Schulze zu folgen: über die Bezeichnung von Lage und Richtung im Tierkörper. Verhandl. deutsch. Zool. Ges. 1893.

Einführender Abschnitt zum 2. und 3. Hauptteil.

Zug- und Tragleinen, Seile und Aufroll-vorrichtungen.

In der Erforschung der Lebewelt des freien Wassers und namentlich auch des Gewässergrundes spielen Zug- und Tragleinen, sowie Aufrollvorrichtungen für diese eine große Rolle. Diese Einrichtungen sollen hier vorausgehend dargestellt werden, um später Wiederholungen vermeiden zu können.

Hanf- und Drahtseile sind ja die Mittel, mit denen wir uns den gesamten Raum eines Gewässers zugänglich machen können; nur sie ermöglichen das Eindringen in tiefere Wasserschichten bis auf den Grund und gestatten kunstvoll erdachte Geräte zum Fangen der Lebewelt und zum Schöpfen von Wasser und Grundproben in jene Tiefen zu versenken und wieder heraufzuholen. Sie sind also für die geographische, geologische, physikalische und biologische Erforschung der Gewässer von großer Bedeutung. Von ihnen und ihrer Beschaffenheit hängt vielfach genaues Arbeiten, hängt der Gewinn oder Verlust wichtiger und kostbarer Geräte ab. Der Hydrobiologe hat ihnen deshalb ebenfalls seine ganze Aufmerksamkeit zuzuwenden und hat hier genau das für ihn Geeignetste auszuwählen. Auch hier ist das Beste gerade gut genug.

Was für Seile sind zu verwenden? Im allmeinen darf als Regel gelten, daß Geräte, die mit der Hand bedient werden sollen, zweckmäßig mit Hanfseilen zu versehen sind. Wie schon Apstein bemerkt, genügen für oberflächlich zu gebrauchende, kleinere Geräte, wie namentlich Netze usw. schon Hanfseile von 5 mm Durchmesser; dieser Forscher empfiehlt dazu die sog. Flaggenleinen. Für mittelgroße Geräte sind die Seile aber zweckmäßig etwas stärker zu wählen, da sie dann auch leichter in die Hand zu nehmen sind, ja, für gewisse Fälle eignen sich Hanfseile von 15—20 mm Durchmesser am besten.

Früher wurden auch für Lotungen, Dredschzüge usw. in großen Tiefen Hanfkabel benutzt. Auf der Challengerfahrt waren diese noch ausschließlich im Gebrauch. Für größere Tiefen mußten dann Lotgewichte bis zu 150 kg und mehr benutzt werden. Derartige Gewichte sind nun aber an Bord selbst größerer Schiffe unhandlich, beim Schlingern der letzteren sogar gefährlich. Dazu sind Hanfleinen teuer und ungepleißt in größeren Längen kaum erhältlich, auch umfänglich. Man suchte sie deshalb zu ersetzen. Es wurden Versuche mit seidenen Schnüren gemacht, später solche mit Kupferdraht (Wilkes 1840—43), mit Eisendraht; sie befriedigten nicht. Bewährt haben sich der sog. Klaviersaitendraht, dann Stahldraht und Bronzedraht. Klaviersaitendraht besteht nur aus einem Draht; die Stahldrahtseile dagegen aus vielen dünnen Fäden verzinkten Drahtes, die miteinander um eine Hanfseele geflochten sind. Sie sind viel biegsamer als Kabel aus einem einzigen Stück. Letztere können beim Knicken leicht brechen.

Bronzedrähte sind sehr geschmeidig, ja übertreffen diesbezüglich alles; dafür ist aber ihre Bruchfestigkeit geringer als die der Stahlseile. Letztere bedürfen hinwieder sorgfältigen Unterhalts, der bei Bronzedraht wieder wegfällt. Für die Kupferseile gilt dasselbe; sie bekommen keine Kinke[1], dafür aber durch Oxydation schadhafte Stellen.

Klaviersaiten-, Stahldraht- oder Bronzedrahtseile sind heute allgemein im Gebrauch, selbst auf unsern Seen. Sie sind weit billiger als Hanfleinen und auf einer Trommel oder einem Haspel auch leicht zu bewegen. Eine Lotung mit diesen geht auch schneller vor sich als mit jenen Hanfleinen.

Wie dick sind diese Kabel zu wählen? Für geringere Tiefen mögen Stahldrahtseile von 2 bis 3 mm oder Klaviersaitendraht von 0,7—0,9 mm Durchmesser genügen. Ein Stahldrahtseil von 2 mm soll aus ungefähr 20—40 einzelnen verzinkten Stahldrähten geflochten sein. Mit Zunahme der zu erforschenden Tiefe ist die Dicke entsprechend größer zu wählen. Auf der Deutschen Tiefsee-Expedition (Valdivia) wurde beispielsweise ein 7000 m langes Kabel benutzt, bei dem die ersten 2000 m einen Umfang von 20 mm, die nachfolgenden 2500 m einen solchen von 25 mm aufwiesen. Diese Anordnung in der Dicke des Kabels entspringt der Überlegung, daß die später abrollenden Drahtabschnitte immer schon die vorher abgelaufenen zu tragen haben und dementsprechend dicker zu wählen sind. Natürlich läßt sich die Dicke auch anders zusammenstellen, als es im vorerwähnten Beispiel geschah, z. B. je 1000 m oder 500 m von derselben Dicke usw.

Es ist nun nicht empfehlenswert, das Lotgerät, die Dredsche oder was man sonst am Ende des Stahldrahtes benutzen will, unmittelbar an diesen anzuknüpfen; kommt das Gerät auf Grund, so könnten sich leicht Schlingen oder Kinke am Draht bilden und dieser könnte dann leichter brechen. Die Befestigung hat mit einem 10—15 m langen Hanftau, einem sog. Vorläufer zu geschehen. So werden sich niemals Kinke bilden, und der Draht wird auch nie das Gerät verletzen.

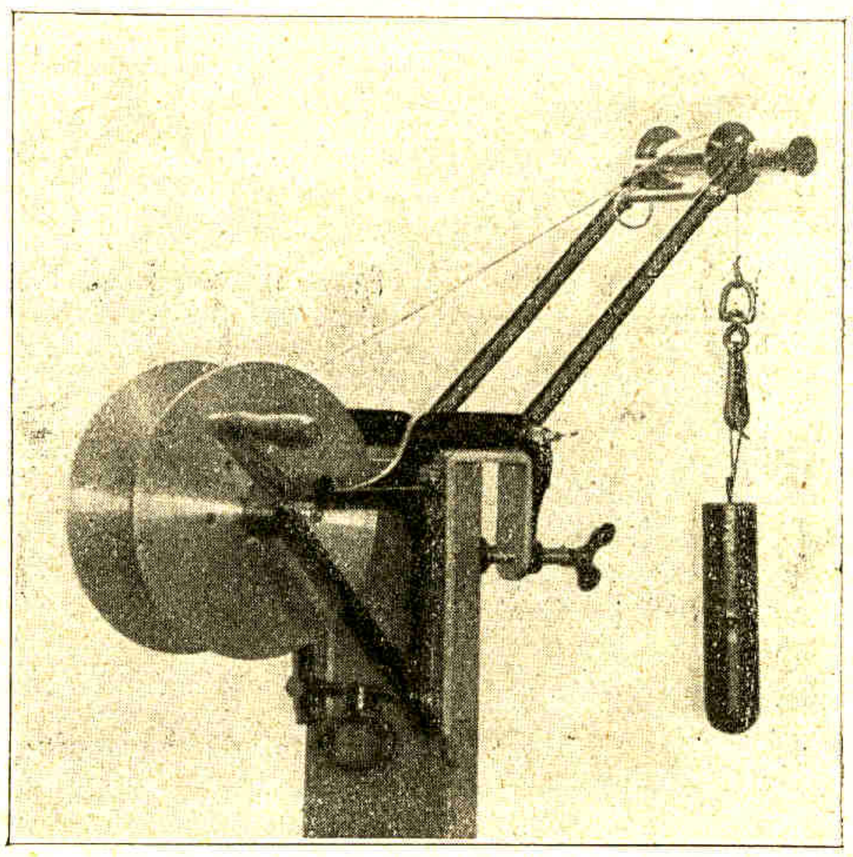


Abb. 10. Friedingerscher Haspel für 200 m Kabel.

Für all diese Leinen und Seile sind zweckmäßige Aufrollvorrichtungen zu gebrauchen. Dies empfiehlt

[1] Seemännischer Ausdruck für Knoten, Fehler im Tau.

sich schon für kürzere Hanfleinen im Handgebrauch. Spulen und Haspeln der verschiedensten Form werden da verwendet. Hier soll nur ein Haspel für Handbetrieb dargestellt werden, wie er nach Angaben von Prof. Bachmann in Luzern von Optiker Friedinger ebendort ausgeführt wurde (Abb. 10). Es ist ein erprobtes, außerordentlich handliches Gerät, das an der Bordwand des Schiffes oder an einem quer über beide Wände befestigten Brett angebracht werden kann. Besondere Vorteile sind kleines Gewicht bei großer Festigkeit, vielseitige Verwendbarkeit, Möglichkeit einer genauen Prüfung der Länge des abgewickelten Kabels durch ein selbsttätiges Zählwerk. Die die Auflaufrolle tragende Gabel kann in verschiedenen Lagen festgemacht werden, und die Kabeltrommel läßt sich in jeder Lage durch eine Sperrklinke festhalten.

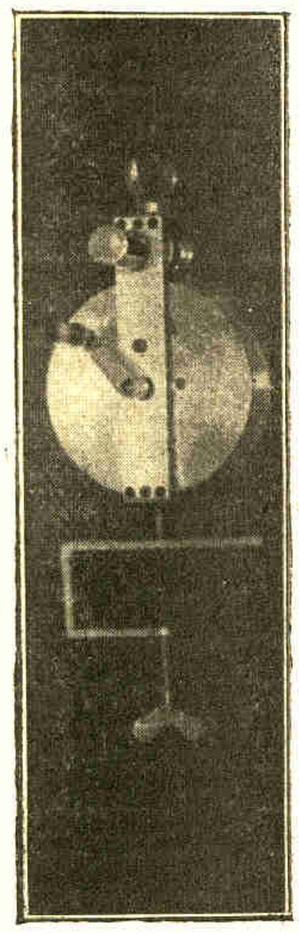


Abb. 11. Friedingerscher Handhaspel mit Bootsklammer.

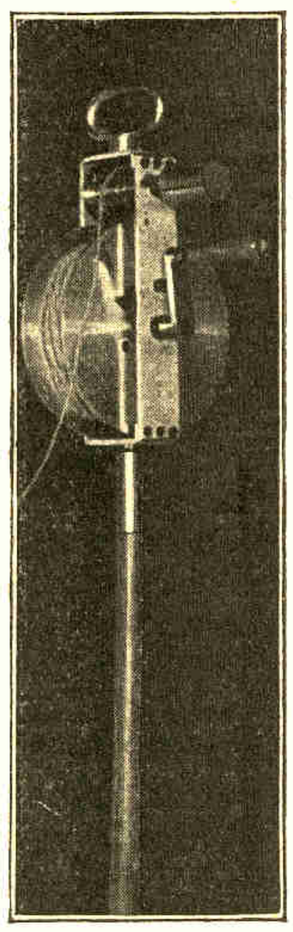


Abb. 12. Friedingerscher Handhaspel auf der Verlängerung des Handstockes.

Alle Teile mit Ausnahme der reibenden, sind entweder aus Aluminium oder Bronze; daher ist ein Rosten ausgeschlossen. Eine kräftige Vernicklung gibt dem Gerät überdies ein geschmackvolles Aussehen. Es wird in zwei Formen geliefert, die kleine faßt 200, die große 300 m Kabel. Das Gewicht beträgt nur 2½ kg.

Das gleiche Geschäft hat einen ähnlichen Haspel, insbesondere für Reisezwecke gebaut. Die Abb. 11 und 12 geben ein Bild davon. Das Gerät besteht in diesem Fall aus Aluminium und ist ebenfalls mit einer Zählvorrichtung versehen. Eine besondere Aluminiumklammer, ein Handgriff und eine Bodenverankerung erlauben, das Gerät sowohl am Boot als an einem Handstock zu befestigen. Seine Verwendungsmöglichkeit wird dadurch bedeutend vermehrt. Sein Gewicht von nur 900 g erlaubt, es in jedem Rucksack zu verstauen und namentlich auch bei Untersuchungen an Gebirgsseen mitzunehmen.

Eine weitere Haspel- oder Windenform ist auf Abb. 61 nach Plate dargestellt. Diese faßt 400 bis 500 m Drahtseil und läßt sich leicht in eine Kiste verpackt, verfrachten. Das Gestell ist hier so beschaffen, daß ein Brett unten zwischen zwei starke eiserne Träger eingeschoben werden kann; dieses Brett wird dann mit kräftigen Stricken z. B. auf den Bänken eines Ruderbootes festgemacht. Jederseits ist ein Handgriff aufsetzbar zum Bedienen der Winde. Ein Sperrkeil ermöglicht, die Winde jeden Augenblick mit Hilfe eines Zahnrades festzulegen. Besitzt der Zughaspel oder die Zugwinde keine Zählvorrichtung, so ist die Zugleine selbst mit einer Längenmarke zu versehen. Dies kann mit einfachen Farbmarken, mit Ölfarbe oder mit Hilfe farbiger Bänder oder Drahtmarken usw. geschehen. Es ist dabei bequem, für die verschiedenen Längen verschiedene Marken zu wählen, so daß die ausgegebene Länge der Zugleine sofort ersichtlich ist.

Mit zunehmender Länge des Kabels wird natürlich auch der zu verwendende Haspel größer; zu seiner Bedienung genügt dann Handbetrieb nicht mehr; Dampf oder eine andere Kraft muß ihn dann bewegen. Auf den verschiedenen Forschungsfahrten zur Ergründung unserer Meere waren oft recht große Trommeln und Winden in Gebrauch.

Bemerkungen über die Handhabung des Drahtes.[1]

Beim Gebrauch sind Kinke im Draht außerordentlich hinderlich; erstens bricht er an diesen Stellen und zweitens sind Kinke Ursache mancherlei Fehler und hindern die rasche Handhabung. Um sie zu vermeiden, ist der Draht stets steif zu halten; wird er lose, so können leicht Kinke entstehen.

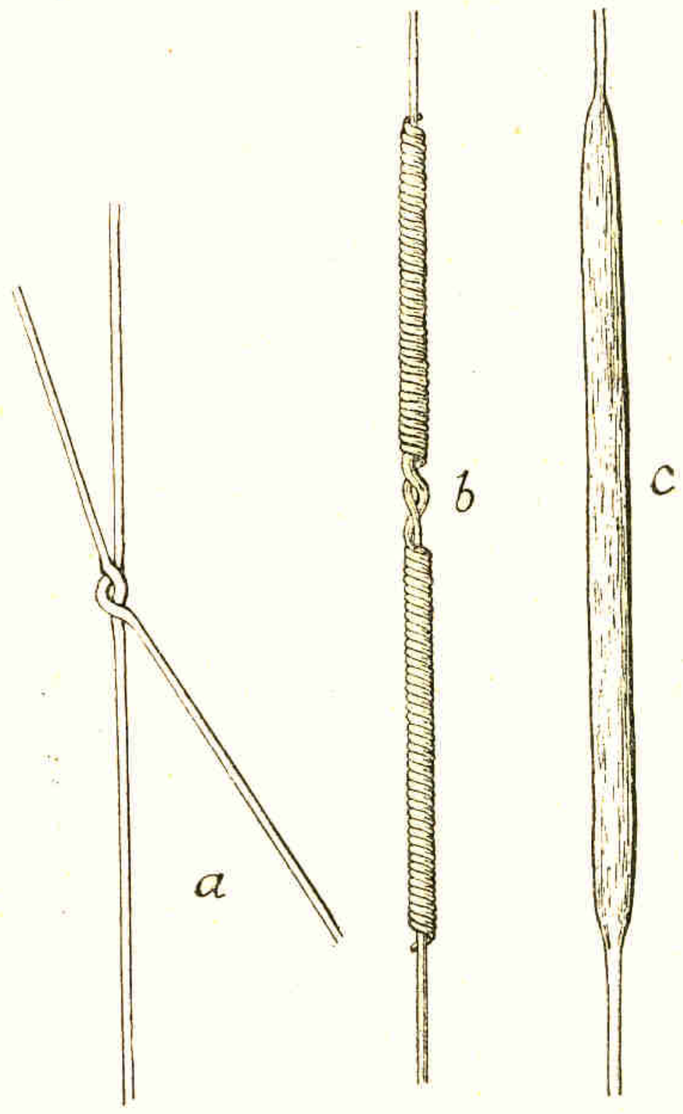


Abb. 13. Einfache Art der Splissung von Draht. (Nach dem Handbuch der nautischen Instrumente.)

Bricht der Draht, so muß er an der Bruchstelle gespliſſen werden. Die einfachste Art dies zu tun, ist auf Abb. 13 festgehalten. Das Verfahren soll auf Sigsbee zurückgehen und wird im Handbuch der nautischen Instrumente empfohlen. Die Spliß-

[1] Vergl. dazu auch Helland Hansen. Seite 38. Anmerk. 1.

sung ist 6—8 cm lang und nur mit Lötung überzogen. Damit die Festigkeit des Drahtes nicht durch den heißen Lötkolben beschädigt werde, wird folgendes Verfahren empfohlen: „In ein etwa 6 Zoll breites Brett ist eine Furche geschnitten, welche in der Mitte auf eine die Splissung etwas übersteigende Länge vertieft ist. Die Lötmasse wird auf diese Vertiefung gebracht und mit dem Lötkolben geschmolzen, so daß sie die Vertiefung flüssig ausfüllt. Dann wird der Draht in die Furche gelegt und die Splissung durch die Lötmasse hin und her gezogen. Schließlich wird die erkaltete Lötung mit einem Messer geglättet." (Handbuch der nautischen Instrumente. 2. Aufl. 1890.)

Draht ist vor allem vor Rost zu bewahren; dies erfordert recht viel Sorgfalt. Zum Aufbewahren wird ein mit Talg oder säurefreiem Öl gefülltes Gefäß empfohlen. Auch das Aufbewahren in ungelöschtem Kalk oder Kalkwasser bei gutem Luftabschluß ist üblich, nur sind die Lötstellen in diesem Falle stets besonders aufmerksam zu prüfen, da durch die Alkalien dort leicht Schäden entstehen können.

2. Hauptteil.

Der Lebensraum und die Verfahren zur Beurteilung und zur Erforschung seiner physikalischen und chemischen Verhältnisse.[1]

Vorbemerkungen.

Ein richtiges Verständnis der Lebewelt eines Gewässers setzt die Kenntnis seiner physikalischen und chemischen Verhältnisse voraus. Ob wir die Lebewelt als Ganzes, oder ob wir nur einzelne Formen derselben erforschen, immer werden sich unzählige Beziehungen zwischen Lebensraum, d. h. seinem physikalisch-chemischen Gepräge und dem Lebewesen oder der Lebensgemeinschaft ergeben. Darauf hat auch der Hydrobiologe Rücksicht zu nehmen. Wie manche Besonderheit im Wesen einer Lebensform hat nicht ihren letzten Grund in einer Eigentümlichkeit des Gewässers und wieder umgekehrt ist manch eigenartiger Zug desselben verursacht durch das Gepräge der Lebensformen in ihm. Die Kenntnis der physikalisch-chemischen Verhältnisse eines Gewässers irgend welcher Art ist Vorbedingung zu ersprießlicher Vertiefung in deren Lebewelt.

Es gehört also auch in unsere Anleitung, die entsprechenden Untersuchungsverfahren darzustellen. Erschöpfend kann dies nicht geschehen. Wir müssen uns vielmehr mit recht wenigem begnügen. Zuerst sollen die Verfahren der physikalischen Untersuchung zur Darstellung kommen.

1. Verfahren und Mittel zur Bestimmung der Wassertiefe.

Die Tiefe des Gewässers ist von ganz bedeutendem Einfluß auf die Zusammensetzung und Beschaffenheit seiner Lebewelt. Dabei genügt es durchaus nicht, nur so ungefähr die Tiefe zu kennen. Zum Verständnis mancher Eigenarten im Verhalten der Lebewelt gibt uns öfters die genaue Kenntnis der Tiefengestaltung eines Wasserbeckens vollen Aufschluß. Es sei hier nur erwähnt, daß in größeren Seebecken eine in der Mitte bis nahe zur Oberfläche reichende Unterwassererhebung öfters das Gepräge selbst der Planktonlebewelt dieses Gebietes stark ändernd beeinflussen kann. Die Erscheinung wird uns rätselhaft bleiben, bis wir die Gestaltung der Tiefenverhältnisse richtig erkannt haben. Es ließen sich eine große Zahl Beispiele für das Zutreffen solcher Verhältnisse anführen.

Tiefenbestimmungen sind ausgeführt worden, seit Schiffahrt und Fischerei betrieben wird. Schiffer und Fischer müssen die Tiefen insofern kennen, als der Grund dem ersteren Ankergrund liefert und Untiefen seinem Schiff gefährlich werden können. Der Fischer muß die ungefähre Tiefe zum Auswerfen der Netze kennen. So ist das Loten eine lang ausgeübte Sache; die Wissenschaft hat es nur weiter ausgebildet und auch für die großen und größten Tiefen zur Anwendung gebracht, die natürlich Fischer und Schiffer gleichgültig lassen.

Das einfachste Lot ist ein Bleigewicht an einer Leine mit Meßeinteilung; es wird von Hand bedient; sein Aufstoßen wird von der Hand in geringen Tiefen deutlich gefühlt; je mehr aber die Tiefe zunimmt, um so undeutlicher wird dies, und von einer bestimmten Tiefe an können derartige Lote nicht mehr benutzt werden, da ihr Aufstoßen auf den Grund nicht mehr sicher bemerkt wird. Man kann allerdings das Eintreffen dieses Falles dadurch etwas hinausschieben, daß das Gewicht des Lotes entsprechend vermehrt wird. Doch kann dann die Handbedienung nicht mehr genügen. Für Tiefen über 100 m soll das Gewicht mindestens 6 kg betragen, wenn Klaviersaitendraht benutzt wird; für Hanfleinen sogar 20—25 kg; andernfalls

[1] Man vergleiche dazu auch Helland Hansen, The ocean waters an introduction to physical oceanography. Int. Rev. d. ges. Hydrobiolog. u. Hydrogr. Hydrography. Supplemente 1. Ser. 1912.

kann der Augenblick des Gründens nicht bestimmt erkannt werden.

Für größere Tiefen, namentlich auch auf dem Meere, sind deshalb besondere Einrichtungen nötig. Der Grundgedanke des Handlotes wird aber dabei überall bewahrt. An Stelle der

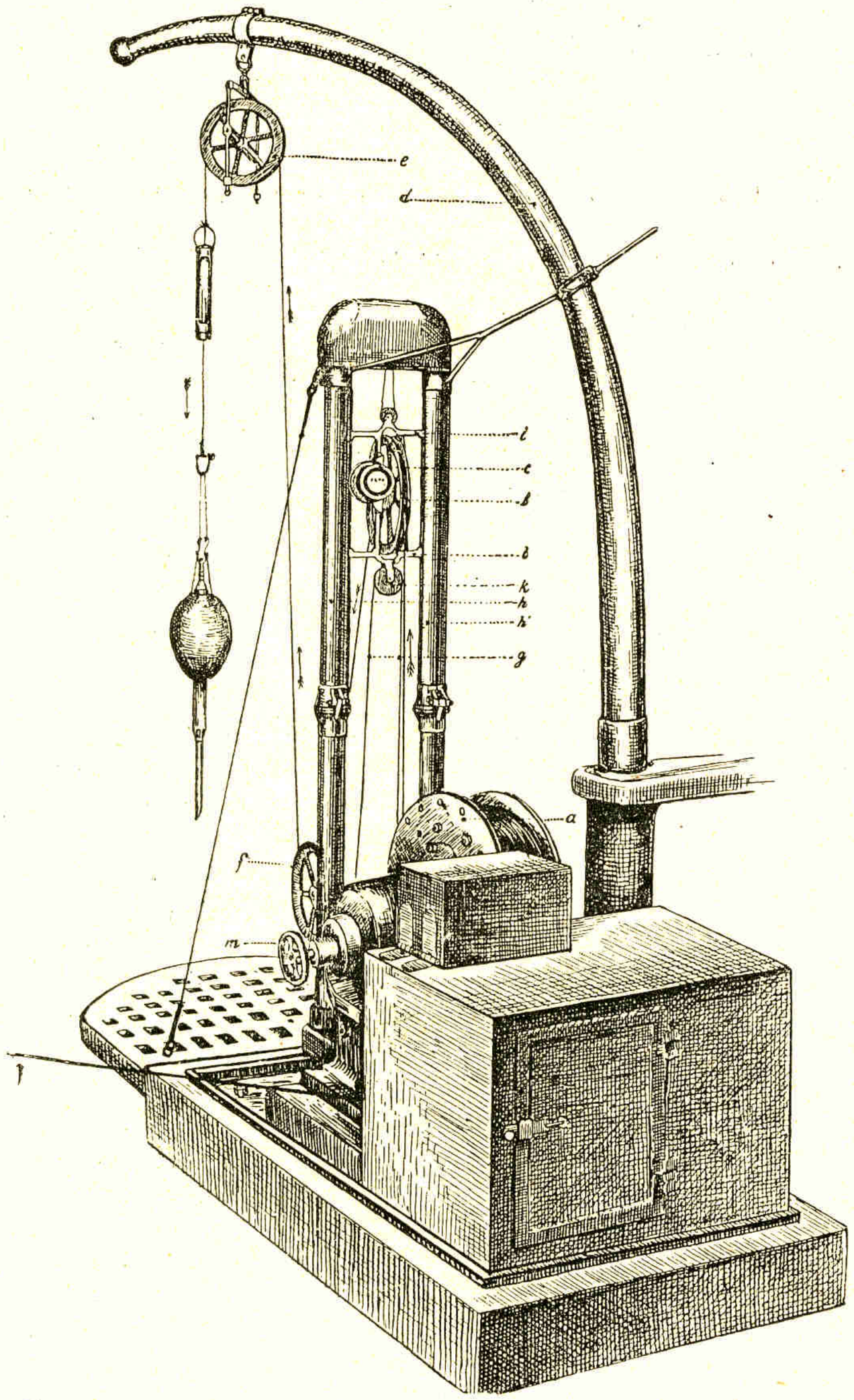


Abb. 14. Sigsbeesche Lotmaschine in der auf der deutschen Tiefsee-expedition benutzten Form.
(Aus Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

Leine tritt das Kabel, das auf einem Haspel oder einer Trommel aufgerollt wird; ein Zählwerk an dieser erlaubt das leichte Ablesen der ausgegebenen Länge; das Gründen des Lotes wird durch ein Dynamometer angegeben; dieses gibt einen großen Ausschlag, so lange durch das schwere Lot die Spannung der Feder groß ist; stößt das Lot auf, so hört die Spannung auf, und der Ausschlag geht ein. Gute Einrichtungen sind dann so beschaffen, daß in diesem Augenblick eine Bremse ein weiteres Ausgeben des Kabels verhindert.

Für Lotungen in einigermaßen größeren Tiefen werden heute durchwegs sog. Lotmaschinen benutzt; es sind dies ziemlich verwickelt gebaute Einrichtungen, von denen wir nebenstehend die sog. Sigsbeesche abgebildet haben (Abb. 14), und zwar in der auf der Deutschen Tiefsee-Expedition benutzten Form. Es gibt auch noch eine Anzahl anderer Bauformen, wie diejenige von Le Blanc, von Lucas usw. Die sog. kleine Lotmaschine von Lucas ist auf Abb. 15 wiedergegeben. Leser, die sich mit dem Bau, der Beschaffung, der Bedienung usw. dieser großen Loteinrichtungen näher beschäftigen möchten, seien auf die verschiedenen Handbücher der Ozeanographie (Krümmel, Richard, Thoulet usw., s. S. 36), auf das Handbuch der nautischen Instrumente des Reichsmarine-Amtes verwiesen oder auch auf die ozeanographischen Bände der Forschungsberichte der verschiedenen Tiefsee-Expeditionen; sehr empfehlen möchten wir die Darlegungen von Schott im 1. Bd. der wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition.

Bevor wir zur Darstellung der verschiedenen Lotformen übergehen, soll noch auf eine Einrichtung verwiesen werden, die sowohl beim Loten als auch beim Dredschen und anderen Arbeiten in größeren Tiefen eine wichtige Rolle spielt; es sind die sog. Akkumulatoren, Vorrichtungen, die dazu dienen, ein Reißen der Lotleine, des Dredschenkabels usw. zu verhindern, wenn das Schiff heftige Schlingerbewegungen oder überhaupt plötzliche unvorhergesehene Bewegungen ausführt oder die Dredsche auf ein Hindernis usw. gerät. Derartige Akkumulatoren sind mehrere Formen im Gebrauch gewesen. Auf Abb. 16 ist eine Form dargestellt, wie sie auf der Challenger- und der Gazellefahrt benutzt wurde. Sie besteht aus zwei starken Holzplatten, die durch eine Anzahl fester Gummibänder in der auf Abb. 16 dargestellten Weise verbunden sind. Die obere Platte ist mit der Kabeltrommel usw. verbunden, an der untern hängt das Lot, die Dredsche usw. Je nach dem Zug der Leine ändert sich der Abstand der beiden Platten. Damit bei Überlastung und damit verbundenem Reißen der Gummibänder nicht etwa ein Verlust des Gerätes

eintrete, sind beide Platten noch durch ein längeres Kabelstück für diesen Notfall verbunden.

Es gibt noch eine Anzahl anderer Formen von Akkumulatoren, die entweder ebenfalls mit Gummibändern versehen sind oder Stahlfedern[1] usw. benutzen.

Die Zahl der Lotformen ist sehr groß; wir können sie hier nicht alle darstellen; wenn wir trotz des kleinen uns zur Verfügung stehenden Raumes doch noch eine verhältnismäßig große Zahl aufführen, geschieht dies,, weil diese Lotformen zugleich Vorrichtungen zum Schöpfen von Grundproben sind. In dieser Beziehung werden sie neuerdings auch zu Grunduntersuchungen im Süßwasser in umfangreicherem Maßstabe benutzt und vermutlich in Zukunft noch weit mehr als bisher. (Man vergleiche den Abschnitt S. 120.)

Schon die ganz gewöhnlichen Lote von meist kegelförmiger Gestalt besitzen am Boden eine Höhlung, die, mit Talg bestrichen, eine kleine Grundprobe einbringt.

Um diese letztere ohne Fettverschmutzung und in bedeutenderer Menge auch aus größeren Tiefen zu erlangen, hat man an den Lotformen verschiedene, teilweise recht sinnreiche Vorrichtungen angebracht. Sehr einfach ist das sog. Bleilot mit Kammer aus dem Handbuch der nautischen Instrumente (Abb. 17). Es hat die gewöhnliche Form; eine Eisenstange ist ihm innen eingesetzt und an diese wird die Kammer zur Aufnahme der Grundprobe unten angeschraubt. Sie besteht in der einfachsten Form aus einer 8 cm langen Röhre, deren untere Öffnung von einem Schmetterlingsventil (Doppelflügelventil) a verschlossen wird, während oben unter dem Schraubengewinde mehrere Löcher angebracht sind. Beim Versenken des Lotes öffnet der Wasserdruck die Ventile, das Wasser fließt durch und oben durch die Löcher wieder aus; beim Gründen dringt der Schlamm in die Kammer ein und bleibt dort auch beim Hochziehen sicher stecken, da die Ventile durch den nun von oben wirkenden Druck geschlossen werden.

Die Abb. 18 gibt eine weitere derartige Lotform wieder. Statt einer Röhre ist hier ein kegelförmiges Hohlgefäß unten angeschraubt. Ein Deckel aus Leder ist darüber angebracht. Beim Versenken des Lotes wird er nach oben gedrückt. Auf Grund angekommen, füllt sich der Kegelbecher mit Schlamm. Beim Aufholen wird die Lederscheibe dem Becher aufgedrückt und verschließt ihn. Damit der Verschluß besser ist, wird über der Lederscheibe noch ein Stück leichtes Zeug angebracht; dieses legt sich dann beim Aufziehen um den Becher.

Die nachfolgenden Lotformen sind mit sogen. Auslösevorrichtungen versehen; das Lotgewicht löst sich, am Grunde angekommen, vom Lot und bleibt dort liegen. Dadurch wird das Einholen des Drahtes und der Grundprobe wesentlich erleichtert und der Augenblick des Gründens leichter kenntlich. Natürlich eignen sich diese Formen hauptsächlich für größere Tiefen. Zu nennen wären folgende: Brookes Tiefseelot (Abb. 19 u. 19a), das Hydra- oder Baillielot (Abb. 20), Sigsbees Tiefseelot (Abb. 21 u. 21a), Monacos Schlüssellot, Légers Dredsche-Lot, die Löffel- oder Schnapplote (Abb. 22) usw. Weiteres über Lotformen, namentlich ihre Verwendung zum Grundschöpfen auch im Süßwasser, findet der Leser weiter hinten S. 120 u. ff. im Abschnitt über die Grund- oder Schlammschöpfer.

Die Ausführung einer Lotung ist also für größere Tiefen durchaus keine einfache Sache. Die Arbeit wird durch den Seegang, der das Schiff oder das Boot oft plötzlich auf eine Seite neigen

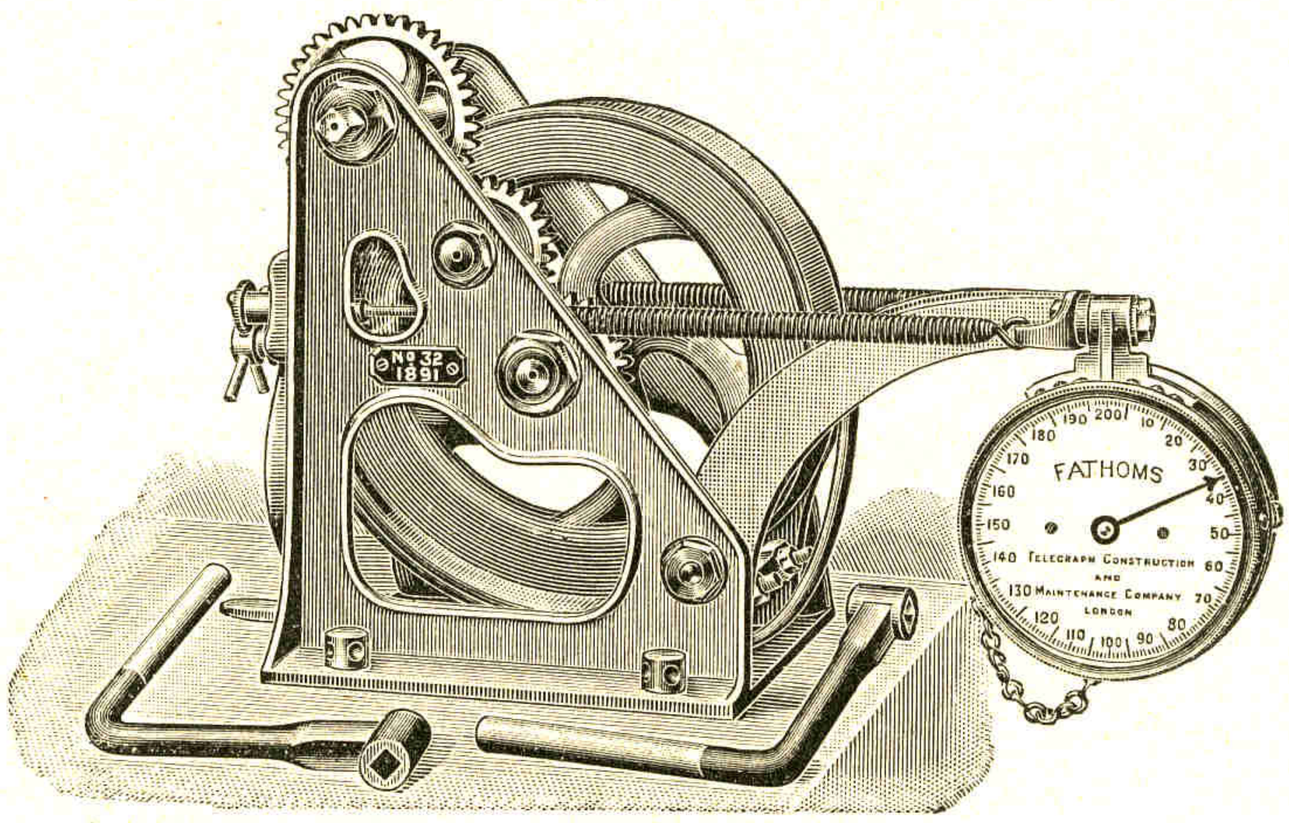


Abb. 15. Kleine Lotmaschine von Lucas.
Sie ist für kleine Tiefen (bis 400 m) bestimmt, leicht tragbar. Von der Trommel kommt der Lotdraht von links unten herauf über das Zählrad und geht rechts abwärts ins Wasser. Es ist eine ständige und eine veränderliche Bremsvorrichtung vorhanden. Die erstere wird durch ein Bremsband gegeben, das (in der Abb. schlaff hängend) durch Andrehen des im Hintergrunde (ganz links in halber Höhe) teilweise sichtbaren kreuzförmigen Handgriffs fest angezogen werden kann; außerdem hängt das Zählrad an einem federnden Bremshebel, der die Reibung selbsttätig ordnet. Beim Gründen stoppt die Maschine. Einwinden durch Handkurbel.
(Aus Krümmel, Handbuch d. Ozeanographie. Verlag J. Engelhorn, Stuttgart.)

läßt und die Spannung der Leine stark ändert, durch Abtreiben infolge Strömungen usw. sehr erschwert.

In geringerem Grade trifft dies natürlich auch für unsere kleineren Gewässer zu; es erfordert immer etwelche Übung und Erfahrung. Nur geringere Tiefen lassen sich leicht bestimmen, eine Leine mit angeknüpfter Belastung irgendwelcher Art kann dann genügen.

In Gewässern, die im Winter zufrieren, namentlich in Binnengewässern, wird man um diese Zeit die genausten Messungen vornehmen können; man steht ja dann auf festem Boden und alle die Ungenauigkeiten, die bei offenem Gewässer bei Messungen vom Boot aus vorkommen, fallen weg.

Für Leser, die sich eingehender mit solchen Messungen, namentlich auch auf dem Meere, beschäftigen möchten, seien folgende Quellen angeführt:

Chun, Aus den Tiefen des Weltmeeres. Jena. G. Fischer. 2. Aufl. 1902.
Heidler, Die Tiefenverhältnisse des Hallstätter-

[1] Vergl. z. B. Richard, Jules. Les Campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco. Monaco. 1900.

Sigsbee, Dup-Sea Sonnding and Dredging. United States Coast and Geodetic Surwey. 1880.

sees nach den vom k. k. Forstverwaltung. J. H. im Januar und Februar 1880 auf festgefrorenem Seespiegel gemachten Lotungen.

Krümmel, O., Handbuch der Ozeanographie. Stuttgart. J. Engelhorn. 1907.

Lorenz v. Liburnau. J., Der Hallstätter See. Mitteil. geogr. Ges. Wien. Bd. 41. 1898.

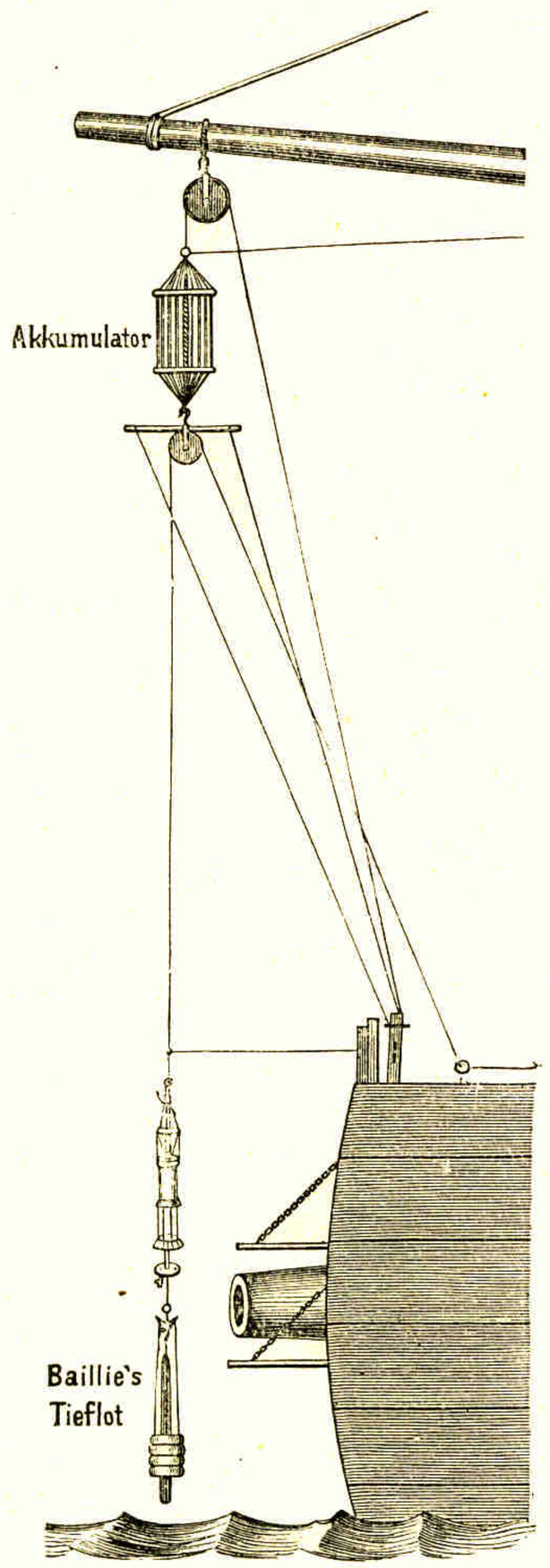


Abb. 16. Loteinrichtung der „Gazelle" beim Herablassen von Bord. Man beachte oben den aus 2 Platten bestehenden Akkumulator. Die Platten sind mit kräftigen Gummibändern verbunden. (Aus Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. Verlag J. Engelhorn, Stuttgart.)

Schott, Ozeanographie und maritime Meteorologie. Wissensch. Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Exped. Bd. 1. 1902.

— Physische Meereskunde. Sammlung Göschen. Nr. 112.

Seligo, A., Die Abhängigkeit der Produktivität nordostdeutscher Seen von ihrer Sohlenform. Hydrobiolog. Untersuchungen. Danzig. 1907.

Thoulet, Océanographie statique, Paris. 1890.

— L'Océan, Paris. 1904.

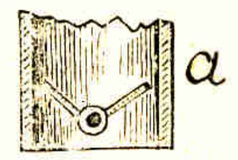
Hat man als erster die Tiefengestaltung eines Wasserbeckens genauer untersucht, so wird es zweckmäßig sein, eine Tiefenkarte herzustellen. Es kann dies auf mehrere Arten geschehen, z. B. so, daß an den entsprechenden Stellen der Gewässerkarte einfach die gelotete Tiefe eingetragen wird und noch besser so, daß sogenannte Tiefenlinien eingezeichnet werden. Vom Ufer ausgehend, wird man dabei alle Punkte gleicher Tiefe durch Linien verbinden. Diese Linien heißen in der wissenschaftlichen Sprache Isobathen oder Linien gleicher Wassertiefe. Je mehr Messungen vorliegen, um so genauer werden diese Isobathen die Tiefengestaltung eines Gewässers wiedergeben. Weitere Anleitung für die Art und Weise des Vorgehens findet der Leser in:

Neumayr, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. Hannover. Mänecke. 1906. Besonders Bd. 1. S. 498—524, aber auch S. 561 W. ff und S. 784 (Anhang).

2. Verfahren und Mittel zur Untersuchung der Bewegung des Wassers.

a. Die Wellenbewegung.

Schon der Nichtfachmann kann namentlich an der Meeresküste, aber auch auf hoher See und an größeren Binnenseen beobachten, daß die Wellenbewegung die Lebewelt des Wassers ganz gewaltig beeinflußt. Wir brauchen nur



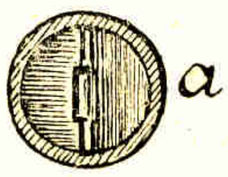


Abb. 17. Das Bleilot mit Kammer. Bei a das Schmetterlingsventil. (Nach Handbuch der nautischen Instrumente.)

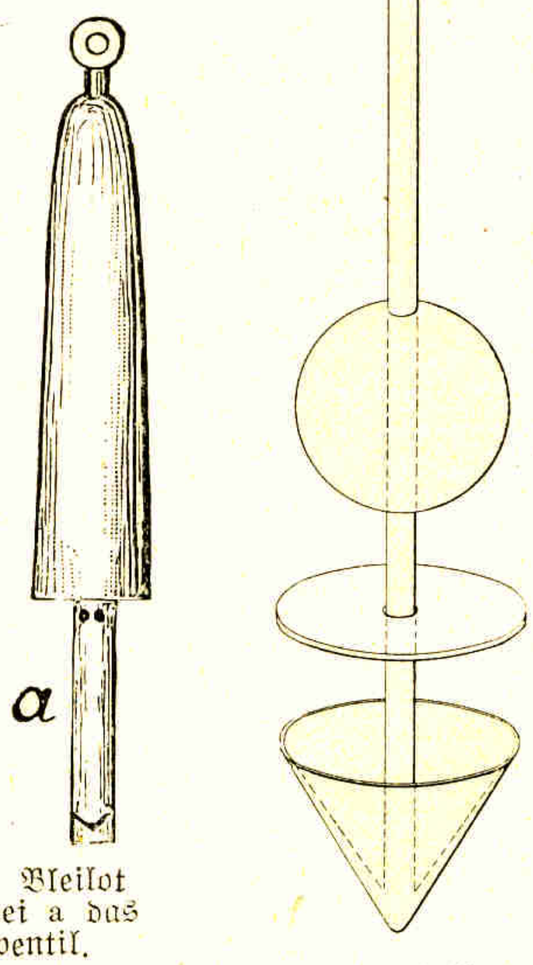
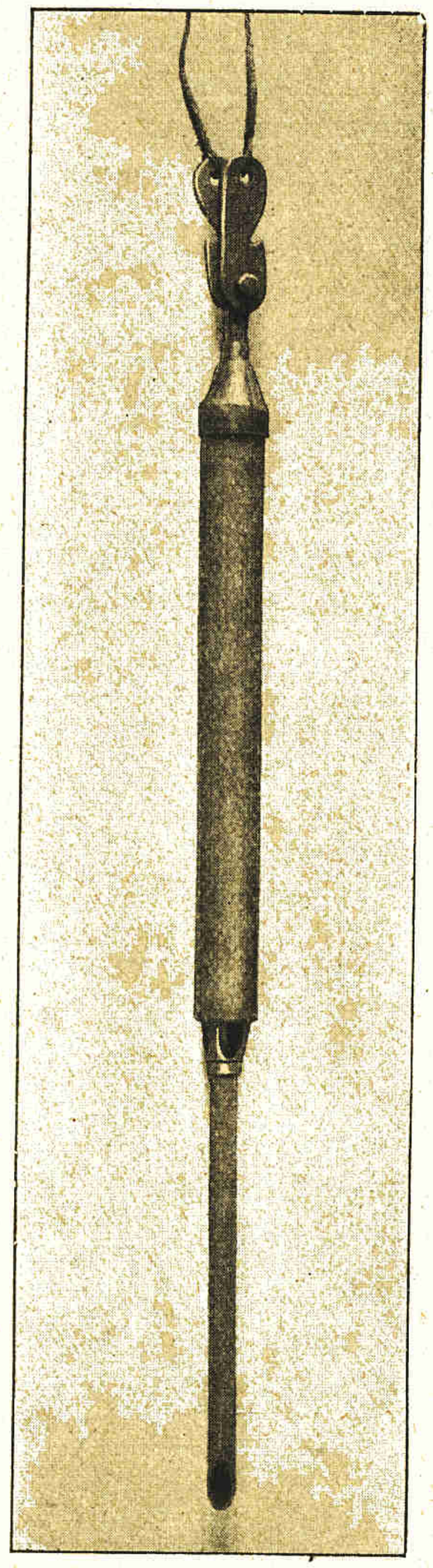


Abb. 18. Schlammlot nach Kolkwitz.

auf die Tatsache zu verweisen, daß Gebiete ständigen Wellengangs (Brandungsgebiete) ihre ganz besondere Lebensgemeinschaft aufweisen, daß viele Planktonlebewesen bei hohem Wellengang tiefere Wasserschichten aufsuchen, daß nach

Doflein jene Stillwasserschichten, die vom Wellengang gewöhnlich nicht mehr erreicht werden, ihre ganz besondere Lebewelt aufweisen, daß manche Fische in der Auswahl ihrer Laich-



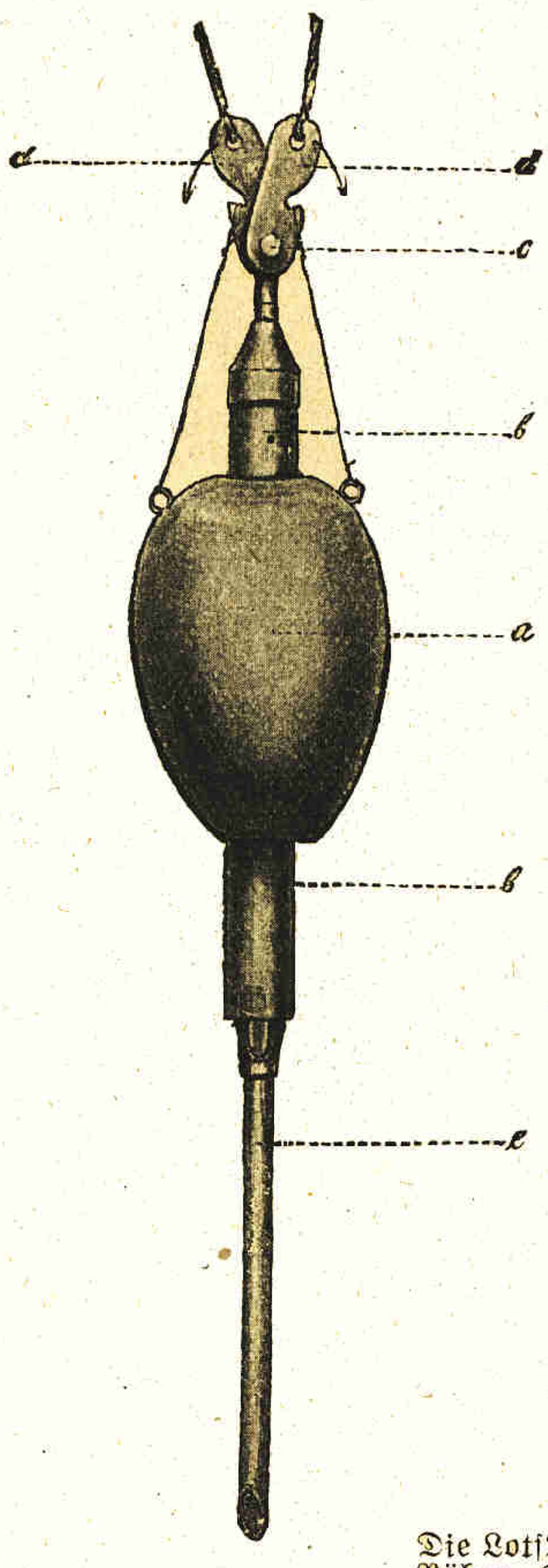


Abb. 19 und 19 a. Brookesches Tiefseelot beim Herablassen. a Sinkgewicht, b messingene oder eiserne Lotröhre, c Bolzen, um den die Arme d beweglich sind; an ihnen ist das Sinkgewicht a aufgehängt. Beim Auftreffen auf Grund fällt das Sinkgewicht ab; e Schlammröhre zur Gewinnung von Grundproben.
b Dasselbe Lot beim Aufkommen.
(Aus „Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers". Verlag Gustav Fischer, Jena.)

plätze außerordentlich stark vom Wellengang beeinflußt werden usw.

Der Hydrobiologe darf deshalb diese Erscheinung, wo sie auftritt, bei seinen Untersuchungen nicht vernachlässigen. Es wird sich hauptsächlich darum handeln, die Wellenhöhe, die Wellenlänge und die Zeitspanne zwischen den einzelnen Wellen zu bestimmen. Angaben über die Art und Weise des Ausführens solcher Beobachtungen findet der Leser bei Krümmel in Neumayr, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, Bd. 1 und in den verschiedenen Handbüchern der Ozeanographie, die S. 26—29 und 36 angeführt sind.

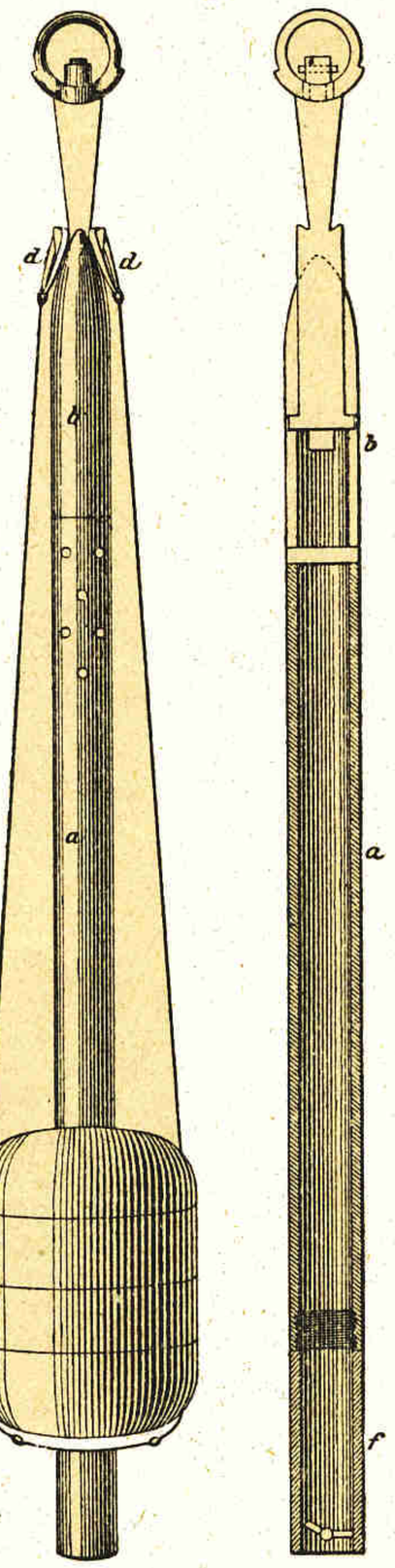


Abb. 20. Das Hydra- oder Baillielot.
Die Lotspindel a ist eine starke, bis 1,2 m lange, gußeiserne Röhre. Die 4 ringförmigen Lotgewichte sind darüber gestreift und werden durch Drahtschlingen von den Kerben d getragen. Diese sind einem schweren Zapfen b eingeschnitten, der sich im obern Teil der Röhre verschieben läßt. Kommt das Lot auf Grund so senkt sich der Zapfen und gibt die Drahtschlinge frei; dadurch fallen die Gewichte ab. Das untere Stück der Lotröhre trägt ein Schmetterlingsventil und läßt sich zur Probeentnahme abschrauben.
(Aus Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. Verlag F. Engelhorn, Stuttgart.)

b. Die wagrechten und senkrechten Strömungen.

Ein inniges Wechselverhältnis verbindet auch die Lebewelt eines Gewässers mit den in diesem vorhandenen Strömungen. Wie verschiedenartig ist nicht die Lebewelt unserer Bäche

und Flüsse, je nach der Stärke ihres Gefälles. Wie fein antwortet nicht die Lebewelt unserer Seen auf die vorhandenen Wasserströmungen schon in der Besiedlungsart des Lebensraumes. Welche Bedeutung kommt den Strömungen, namentlich den wagrecht verlaufenden, für die Verbreitung der Wasserorganismen nicht zu! Kurz, hier ließen sich noch eine Unzahl solcher

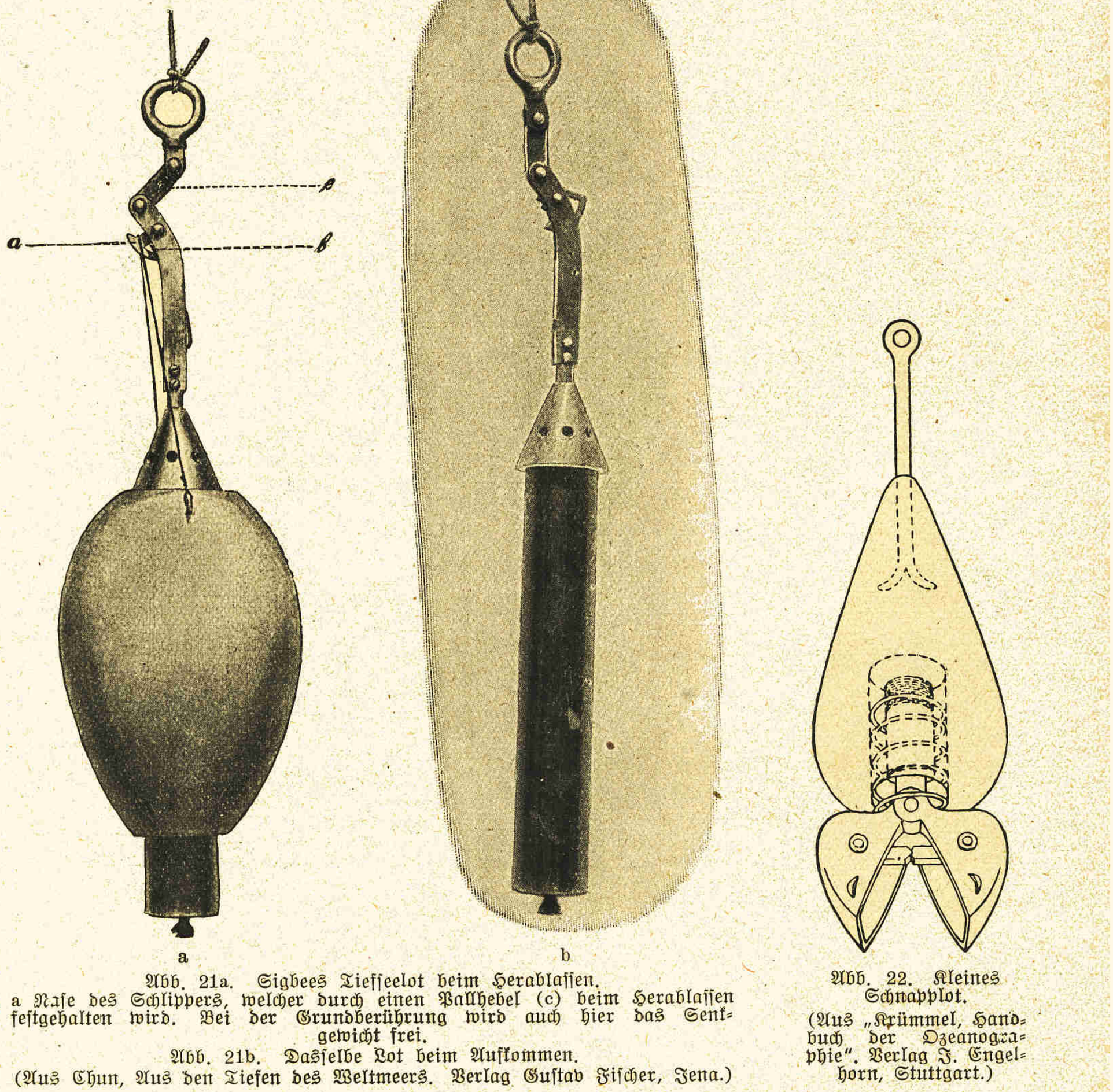


Abb. 21a. Sigbees Tiefseelot beim Herablassen.
a Nase des Schlippers, welcher durch einen Pallhebel (c) beim Herablassen festgehalten wird. Bei der Grundberührung wird auch hier das Senkgewicht frei.
Abb. 21b. Dasselbe Lot beim Aufkommen.
(Aus Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

Abb. 22. Kleines Schnapplot.
(Aus „Krümmel, Handbuch der Ozeanographie". Verlag J. Engelhorn, Stuttgart.)

Tatsachen anführen, die sämtlich für die Wichtigkeit des Einflusses der Strömungen sprechen. Dahin gehört Kofoids Satz, daß die Planktonerzeugung in einem See im umgekehrten Verhältnis stehe zur Zeit seiner Wassererneuerung und Schröders Satz vom Flußplankton, der lautet: „Das Gefälle und die Planktonmenge eines fließenden Gewässers sind zueinander umgekehrt proportional."

Horizontale Strömungen werden am einfachsten durch „Schwimmer" erkannt und bestimmt. Solche Schwimmer, die schon in grauer Vorzeit unsern Ahnen das Dasein von Strömungen lehrten, sind alle jene zufälligen Treibkörper, wie fremde Tange, Früchte usw., die an unsern Küsten antreiben. Schwimmkörper ähnlicher Art verwendet man heute in Form von gläsernen und metallenen Flaschen, die irgendwo dem Meere übergeben werden (Flaschenposten). Sie enthalten in ihrem Innern in einer zugeschmolzenen Glasröhre einen Zettel mit den nötigen Angaben, um einen allfälligen

Finder über den Zweck des Schwimmers zu unterrichten. Besonders geeignet sollen gutverkorkte Selterswasserflaschen sein.

Für geringere Tiefen können Unterströme auch durch Treibbojen gemessen werden. Dazu werden zwei genau gleiche walzenförmige Körper in erforderlichem Abstande untereinander durch einen dünnen Lotdraht verbunden und der untere Körper so beschwert, daß der obere genau an der Oberfläche schwimmt. Ist der Oberstrom bekannt, so läßt sich ein etwa vorhandener, von ihm in Richtung oder Stärke verschiedener Unterstrom aus der sich tatsächlich ergebenden Trift nach dem Parallelogramm der Kräfte berechnen.

Derartige Treibbojen sind nebenstehend in den Abb. 23 und 24 dargestellt. Weitere Werkzeuge zu ebendemselben Zwecke sind der Stromrichtungsanzeiger von Aimé[1], der Stromgeschwindigkeitsmesser von Arwidson[2], derjenige von Mayer[3], der von Pillsbury[4], der Wolfmannsche Flügel[5], der hydrometrische Flügel von Amsler-Jaffon[6] usw. Manche dieser Einrichtungen, namentlich die Flügelstrommesser, werden auch von Werkleuten bei Strombauten an Flüssen zum Messen der Stromgeschwindigkeit benutzt. Auf dem Meere sind namentlich die Propeller- oder Flügelradstrommesser von W. Ekmann[7], Otto Pettersson[8] und Rolf Witting[9] und die Pendelstrommesser von Frijdtjof Nansen[10] und J. P. Jacobsen[11] neuerdings in hauptsächlichem Gebrauch. Es handelt sich durchwegs um verwickelt gebaute Meßgeräte, für deren Beschreibung wir auf Krümmels Handbuch der Ozeanographie oder auf die Urbeschreibung verweisen müssen.

[1] Vgl. Annales de chimie et phys. 3me sér. Vol. 13. S. 461. Paris. 1845. Oder auch Irminger in Zeitschrift für allgem. Erdkunde. Berlin. 1854. Bd. 3.

[2] Handbuch der nautischen Instrumente. 2. Auf. 1890. Berlin.

[3] Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens. Pola. 1877. Bd. XI.

[4] United States Coast a. Geodetic Survey, Methods a. Results. Gulf Stream Explorations. Observations a. Currents. Appendix Nr. 14. Report for 1884. Washington 1886.

[5] Handbuch der nautischen Instrumente. 2. Aufl. 1890. Berlin.

[6] Ebenda.

[7] Publications de circonstance. Nr. 23, 24 u. 34, 1905 u. 1906. Kopenhagen.

[8] Ebenda. Nr. 25. 1905.
Man vergleiche in diesem Zusammenhange auch: Pettersson, Strömstudier vid Oesterjöns portar. In: Svenska hydrographisk biologiska Kommissionens skrifter III. Kurzer Bericht darüber in: Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 2. S. 325. Ebenda auch Abbildungen.

[9] Ebenda. Nr. 30. 1905.

[10] Ebenda. Nr. 34. 1906.

[11] Ebenda. Nr. 51. 1909.

Die sog. senkrechten Strömungen, Auf- und Abtriebsströmungen und Konvektionsströmungen spielen für das Plankton eine große Rolle. Sie sind schwer erkennbar.

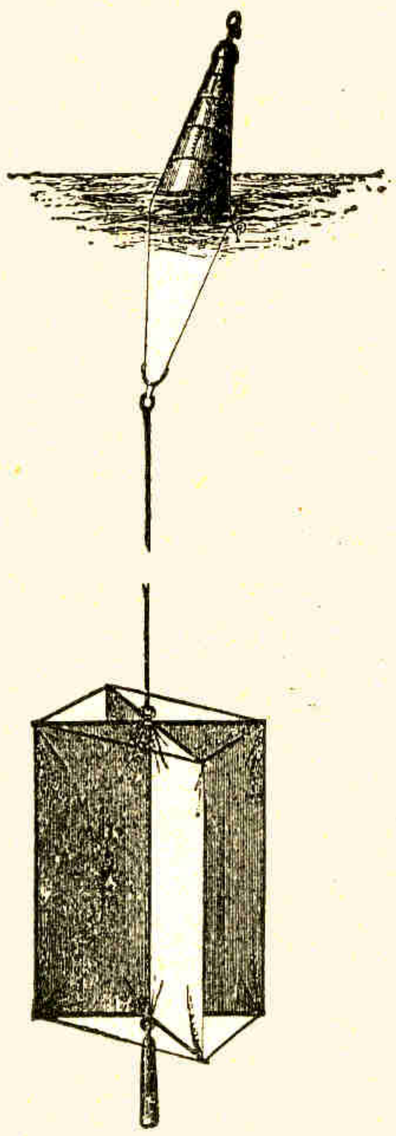


Abb. 23. Treibboje nach Mitschell.
Schwimmer oben eine Flasche von 20 cm Durchmesser und 30 cm Höhe mit kegelförmigem Aufsatz von 8 cm Höhe; dieser oben durch einen Kork verschließbar. Treibkörper unten aus emailliertem Eisenblech, 20 cm Durchmesser und 30 cm Höhe, oben offen. Er wird so lange mit Schrotkörnern gefüllt bis der Schwimmer oben bis zum kegelförmigen Aufsatz untertaucht.
(Aus „Krümmel, Handbuch der Ozeanographie". Verlag J. Engelhorn, Stuttgart.)



Abb. 24. Stromboje, wie sie auf der Challengerfahrt benutzt wurde. Die Boje oben ist aus Eisenblech, doppelkegelförmig und trägt an einer Leine den mit einem Bleilot beschwerten Treibkörper. Dieser besteht aus 2 einander durchdringenden zusammenklappbaren Rahmen, die mit geöltem Segeltuch überspannt sind. Je nach der Tiefe des zu messenden Stromes ist die Länge der Leine zu wählen. Berechnung des Tiefenstroms aus dem Unterschied der Oberflächenströmung und der Resultierenden. Mangel: Boje und Treibkörper ungleich groß. Deshalb auch der Druck der Strömungen auf beiden verschieden.
(Aus „Krümmel, Handbuch der Ozeanographie". Verlag J. Engelhorn, Stuttgart.)

3. Verfahren und Mittel zur Untersuchung der Lichtverhältnisse im Wasser.

Das Verhältnis des Lebens zu Licht, zur Sonne ist allgemein bekannt. Daß das Leben im Wasser nicht außerhalb dieses Verhältnisses steht, liegt auf der Hand. Doch haben die Lichtverhältnisse dort ihre Besonderheiten, die durch den Stoff bedingt sind. Diese Besonderheiten sind natürlich nicht ohne Einfluß auf die Lebewelt. Wollen wir diese verstehen, namentlich in ihrem Gepräge in den verschieden

tiefen Wasserschichten, so müssen wir auch die Lichtverhältnisse dort kennen.

Das älteste Gerät, das zu ihrer Unter-

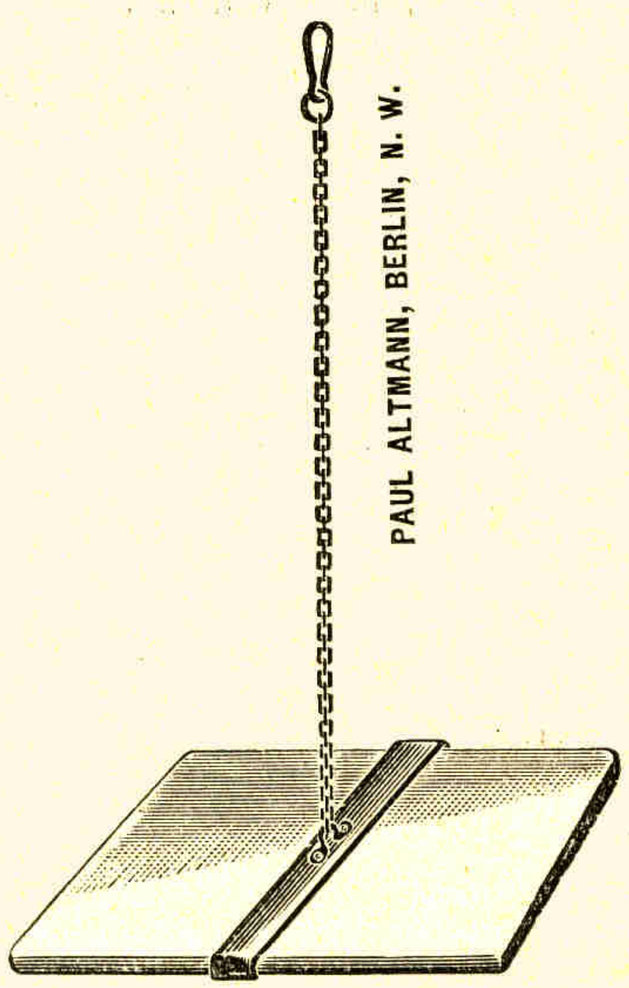


Abb. 25. Senkscheibe von viereckiger Form.

suchung von den Hydrobiologen benutzt wurde, ist die sog. Senkscheibe, nach einem der ersten Benutzer, dem Pater Secchi, auch Secchi-Scheibe genannt. Es ist eine weiß emaillierte oder weiß gestrichene Eisenplatte oder

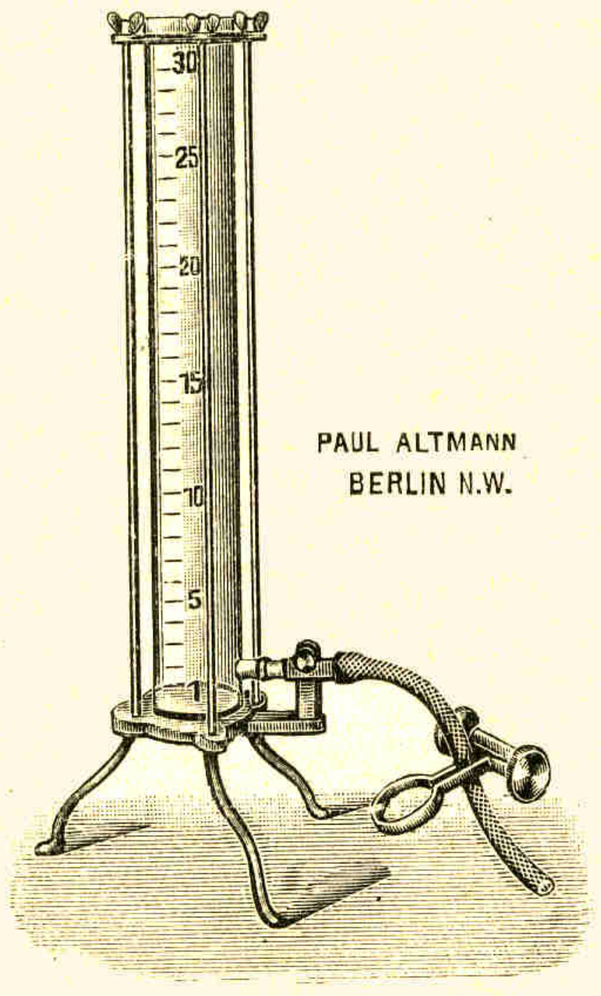


Abb. 26. Zylinder zur Durchsichtigkeitsbestimmung von Wasser mit der Snellenschen Schriftprobe. (Nach Emmerling.)

Porzellanscheibe von meist 20 cm Durchmesser. Ihre gebräuchlichste Form ist kreisrund, doch werden auch viereckige gebraucht (Abb. 25). Krümmel benutzt solche von 50 oder 45 cm Durchmesser.

Die Senkscheibe dient dazu, die Durchsichtigkeit des Wassers festzustellen. Sie wird versenkt, bis sie eben unsichtbar wird, und diese Tiefe gebucht. Hierauf wird sie noch weiter versenkt, dann wieder hochgezogen und nun auch die Tiefe gebucht, bei der sie eben sichtbar wird. Als Sichttiefe wird dann das Mittel aus beiden Buchungen genommen. Um mit der Secchi-Scheibe möglichst genaue Ergebnisse zu bekommen, ist es nötig, das beobachtende Auge vor Spiegelungen zu schützen. Man erreicht dies am besten und einfachsten durch Benutzen eines dunklen Regenschirms. Meines Wissens ist es Burckhardt, der seine Messungen als erster mit diesem Hilfsmittel ausführte. Bei glatter Wasseroberfläche hat man nur dafür zu sorgen, daß das weiße Bild der Scheibe möglichst mitten in das dunkle Spiegelbild des Schirmes zu liegen kommt. Bei bewegter Oberfläche muß man den Oberkörper vom offenen Boot

1,0.

Der Jüngling, wenn Natur und Kunst ihn anziehen, glaubt mit einem lebhaften Streben bald in das innerste Heiligthum zu dringen. Der Mann

5 4 1 7 8 3 0 9

Abb. 27. Snellensche Schriftprobe. (Nach Emmerling.)

aus möglichst tief auf das Wasser beugen und darauf den Schirm über den Körper herunterziehen, bis der Rand das Wasser berührt. Dadurch werden alle störenden Spiegelscheine ausgeschaltet, und die Ablesung ist trotz der bewegten Oberfläche zuverlässig genug. Um den Wechsel der Beleuchtungsstärke möglichst auszuschalten, ist es zweckmäßig, bestimmte Tagesstunden zu den Messungen auszuwählen.

Es ist klar, daß die Scheibe stetsfort tadellos weiß sein muß und bei häufiger Benutzung der weiße Anstrich entsprechend oft zu erneuern ist.

Um bei bewegtem Wasser ein Abtreiben der Senkscheibe zu verhindern, kann diese mit Gewichten beschwert werden.

Namentlich bei Abwässeruntersuchungen werden neuerdings noch folgende Geräte benutzt:

1. Der Durchsichtigkeitszylinder in Verbindung mit den sog. Snellenschen Schriftproben (vgl. Abb. 26 u. 27).

Der Glaszylinder (5 cm weit und 30 cm hoch) wird mit dem zu untersuchenden Wasser

gefüllt, hierauf die erwähnte Schriftprobe daruntergehalten und nun durch den Ablaufhahn soviel Wasser abgelassen, bis die Schrift eben noch deutlich zu lesen ist und die entsprechende Wasserschicht gebucht.

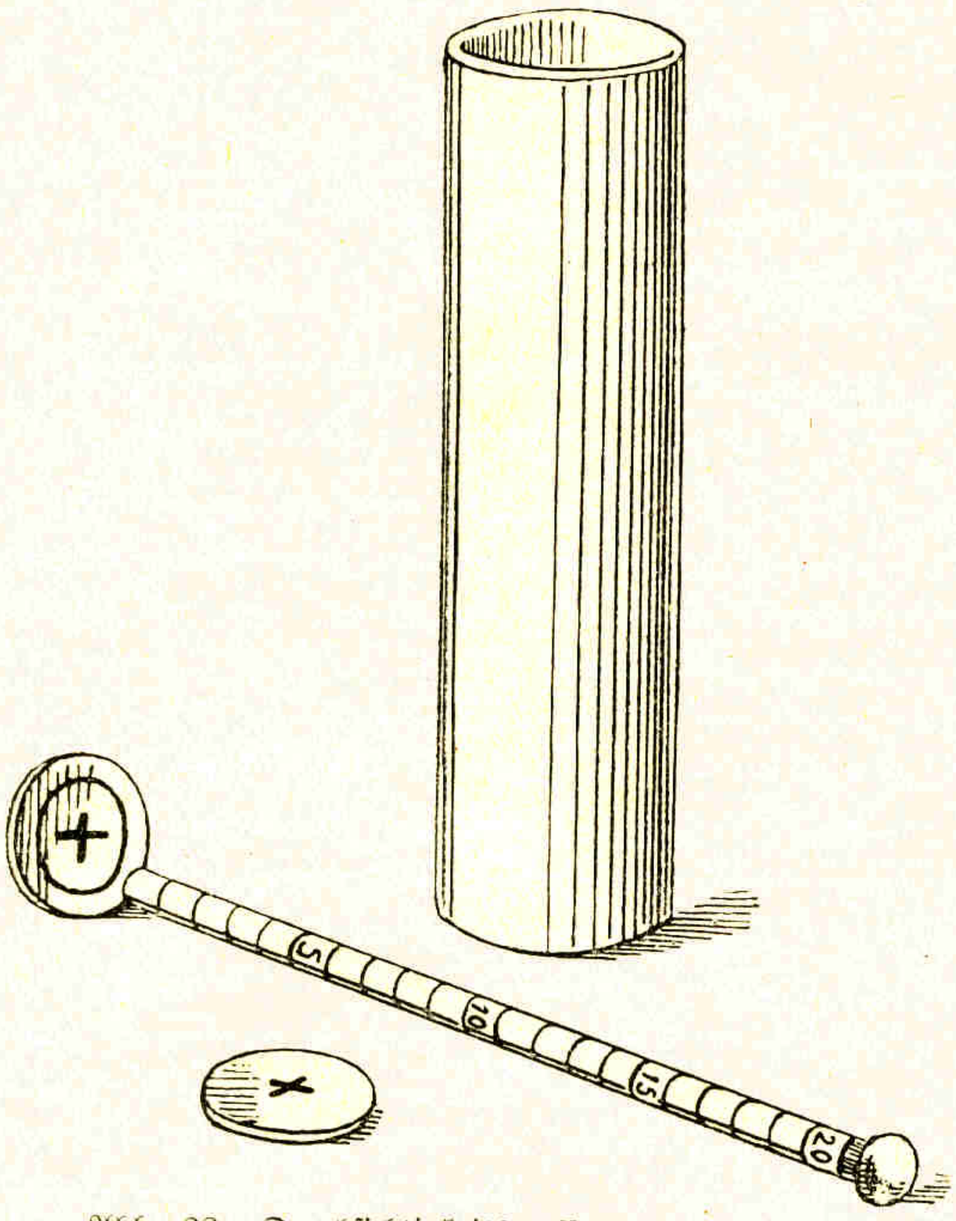


Abb. 28. Durchsichtigkeitsmesser nach Weigelt. (Nach Emmerling.)

2. Der Durchsichtigkeitsmesser nach Weigelt besteht aus einer kleinen weißen Scheibe, die an einem Stabe mit Meßeinteilung befestigt ist. Auf der Scheibe ist mit schwarzer Farbe 1,5—2 mm dick ein Ring und ein Kreuz aufgetragen (vgl. Abb. 28). Ein Glaszylinder von der abgebildeten Form wird mit dem auf seine Durchsichtigkeit zu prüfenden Wasser gefüllt und der Stab mit der Scheibe eingesenkt, bis das Kreuz gerade verschwindet und die betreffende Senktiefe am Stabe abgelesen und gebucht.

Ein weiteres photometrisches Verfahren hat Kißkalt[1] beschrieben. Soret, Spindler u. a. bestimmen die Durchsichtigkeit des Wassers im Freien mit Hilfe einer elektrischen Lampe, deren Licht genau bekannt ist und die versenkt wird.

Alle diese Messungen sind natürlich, wie Steuer sehr gut bemerkt, recht unvollkommen, da sie stark vom ablesenden menschlichen Auge, d. h. seiner Güte, abhängig sind. Die Verfahren geben zudem eigentlich keinen Aufschluß darüber, in welche Tiefe in einem gegebenen Gewässer die Lichtstrahlen überhaupt eindringen. Das wurde schon früh erkannt. Forel und Fol benutzten deshalb Lichtbildplatten, die verschlossen versenkt werden und erst beim Aufstoßen auf den Grund aus der Hülle springen. Sie wurden dort belassen und erst bei Nacht wieder hochgezogen. In Tiefen, wo die Schwärzung ausblieb, glaubte man dann in lichtlose Schichten gekommen zu sein. Das Verfahren wurde verbessert und von der Tiefe und der Tageszeit unabhängig gemacht. Von den verschiedenen Vorrichtungen, die nach diesen Gesichtspunkten gebaut wurden, sei hier nur der sog. „Plattenexpositionsapparat" von Chun und Pettersson zur Messung der Lichtstärke in größeren Tiefen beschrieben. Er besteht aus einem Gestell, wie es die Abb. 29 zeigt. Das Gestell trägt einen Propeller und eine Bleidose. In letzterer liegt die zu verwendende Bromsilberplatte. Der Bleidosendeckel kann an einem Scharnier auf- und zugeklappt werden; damit auch seitlich kein Licht eindringen kann, greift dieser Deckel, wenn geschlossen, in einen doppelten Falz der Dose ein. Diese selbst ist exzentrisch so aufgehängt, wie die Abb. 29 c es zeigt. Die Anwendung ist folgende: Soll die Vorrichtung versenkt werden, wird die Lichtbildplatte in die Bleidose gebracht, diese verschlossen und nun mit Hilfe eines feinen, am Propeller festgemachten Gewindes in der Lage

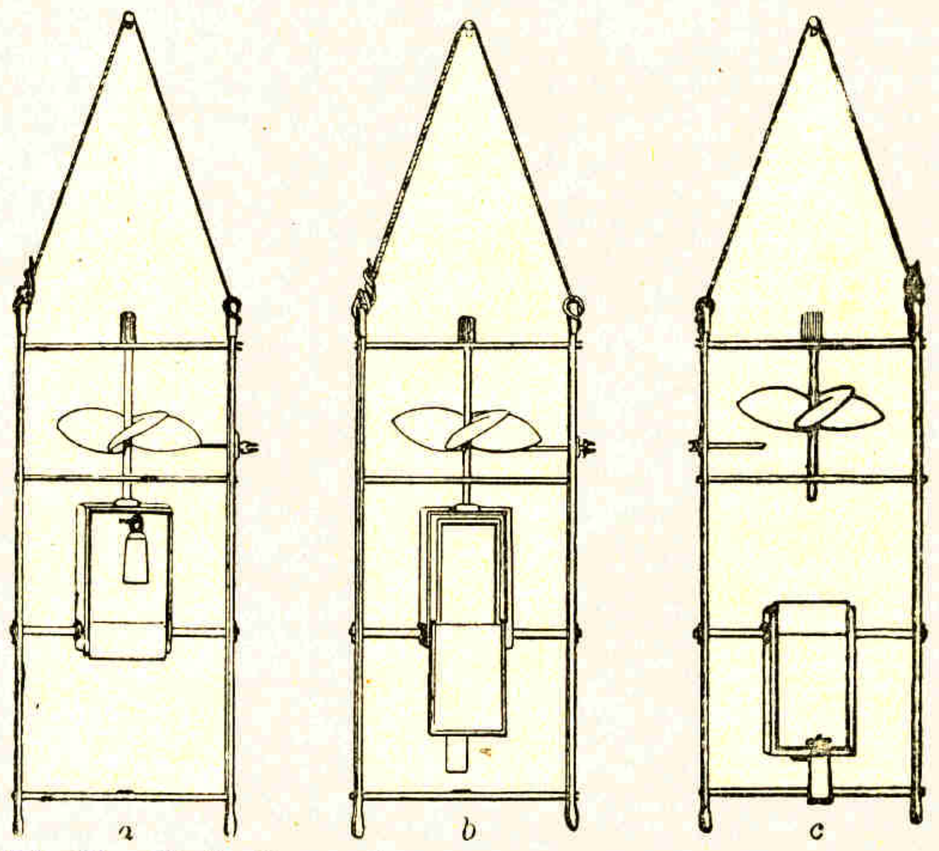


Abb. 29. Pettersons Lichtmesser für größere Wassertiefen. (Aus Steuer, Planktonkunde. Verlag G. B. Teubner, Leipzig.)

der Abb. 29 a gehalten. Das Gewinde greift nämlich durch eine Schraubenmutter etwa 5 cm tief in den durchbohrten Rand des seitlichen Deckelfalzes ein. Nun wird das Gestell versenkt. Der Propeller ist so gestellt und gerich-

[1] Hygienische Rundschau. 1904, Nr. 21.

richtet, daß er sich beim Versenken nicht drehen kann; erst beim Hochheben ist dies möglich. Ist das Gestell in der gewünschten Tiefe angekommen, soll es noch immer das Bild der Abb. 29 a bieten. Wird es nun wieder hochgehoben, so beginnt sich der Propeller zu drehen; dadurch hebt sich das erwähnte Schraubengewinde aus dem Falz des Deckels. Dieser öffnet sich rasch, da ihm seitlich noch ein Bleigewicht angehängt ist und kommt in die aus der Abb. 29 b ersichtliche Lage. Die Platte in der Bleidose wird nun belichtet, falls Licht überhaupt vorhanden ist. Hat man genügend lange belichtet, so wird die ganze Vorrichtung weitergehoben. Der Propeller dreht sich von neuem, und das Schraubengewinde tritt auch aus der Öffnung der Dose. Da diese exzentrisch aufgehängt ist, klappt sie ebenfalls um und wird von neuem geschlossen. Der zum Öffnen des Deckels nötige Hub beträgt 2,5 m; diese Strecke ist also jedesmal von der Senktiefe abzuziehen, um die genaue Belichtungstiefe zu erhalten. Auch von den Vettern Sarasin, von Ule und von v. Auffeß sind ähnliche Einrichtungen benutzt worden.

Es ist klar, daß mit allen diesen Geräten nur bestimmt werden kann, wie weit das Licht überhaupt ins Wasser eindringen kann. Das Ergebnis mußte aber insofern ein recht verschiedenartiges sein, als die Lichtempfindlichkeit der verwendeten Platten und Papiere ja auch recht verschieden ist.

Über die Natur des Lichtes im Wasser, seine Lichtstärke in den verschiedenen Schichten und seine Zusammensetzung aus den verschiedenen Strahlenarten des Spektrums geben sie keinen Aufschluß. Und doch wäre gerade dies am Wissenswertesten, da manche Erscheinungen im Verhalten der Wasserlebewelt vermutlich damit in Beziehung stehen.

Einen ersten Versuch zur Herstellung eines Gerätes zu derartigen Untersuchungen hat Linsbauer[1] gemacht; er hat sogar zwei verschiedene Geräte angefertigt.

Neuerdings hat Ewald[2] derartige Versuche wieder aufgenommen. Die Darstellung seines Verfahrens erfordert aber zu viel Raum, um hier berücksichtigt zu werden. Wir verweisen deshalb auf seine Arbeit selbst, wo der Leser übrigens noch weitere Untersuchungen aufgeführt findet.

[1] Photometrische Untersuchungen über die Beleuchtungsverhältnisse im Wasser. Sitzber. K. Akad. d. Wiss. Wien. Math. Nat. Klasse, Bd. 14. 1905.

[2] über eine Methode zur Messung des Lichtes im Wasser. Internat. Rev. d. gesamt. Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 3, S. 67. 1910.

Ragnard[3] hat an der Küste bei Monaco auch mit einer Selenzelle und einem Galvanometer gearbeitet. Weiter hat dieser Forscher auch Lichtmessungen ausgeführt, indem er an einer Leine in Abständen von 5 zu 5 m Röhren, die mit Chlorgas und Wasserstoffgas gefüllt waren, versenkte. Aus der Menge der in jeder Röhre entwickelten Säure wurde die eingedrungene Lichtmenge bestimmt. Die Röhren wurden nachts versenkt und nach 24 Stunden auch wieder nachts gehoben.

4. Verfahren und Mittel zur Untersuchung der Wasserfarbe.[4]

Wasserfarbe und Lebewelt stehen oft in sehr enger Beziehung, indem letztere die erstere manchmal geradezu bedingt und prägt. Dies haben einige Forscher in ein paar knappen Sätzen deutlich zum Ausdruck gebracht; so Schott mit den Worten: „Blau ist die Wüstenfarbe des Meeres"; denn es hat sich erwiesen, daß je schöner und ausgesprochener die Blaufärbung des Wassers gewöhnlich ist, um so ärmer namentlich seine Planktonwelt ist. Schott schreibt, auf die Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition sich stützend, „daß zwar die Planktonvolumen von überwiegendem und maßgebendem Einfluß auf Farbe und Durchsichtigkeit sind, jedoch nicht deren einzige Ursache sein können". Eine große Zahl Beobachtungstatsachen ließen sich anführen, die bezeugen, daß die Lebewelt des freien Wassers dessen Färbung geradezu bedingt. Es ist dies Grund genug für den Hydrobiologen, darauf ebenfalls sein Augenmerk zu richten.

Die Verfahren zur Feststellung der Wasserfarbe sind noch sehr unvollkommen; sie benutzen ja fast durchwegs das Auge zum Messen und sind infolgedessen persönlichen Einflüssen zu sehr unterworfen, um genau sein zu können.

Das bekannteste und gebräuchlichste Hilfsmittel zur Bestimmung der Farbe eines vorliegenden Gewässers ist die Forelsche Farbenskala oder Farbenleiter.[5] Sie besteht aus einer Stufenreihe von mit gefärbten Flüssigkeiten gefüllten Röhren. Zur Herstellung dieser Farblösungen benutzt Forel zwei Stammlösungen, nämlich eine für blau:

0,5 g Kupfersulfat + 5 ccm Ammoniak + 95 ccm Wasser

[3] Recherches expérimentelles sur les conditions physiques de la vie dans les eaux. Paris. Masson. 1891.

[4] Vergl. dazu: Kolkwitz, Die Farbe der Seen und Meere, in: Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Bd. 42. 1910.

[5] Öfters werden auch gedruckte Farbenleitern benutzt, z. B. die „Internationale Farbenskala von Radde" oder sog. Farbenfibeln, z. B. die von Ostwald usw.

und eine für gelb:

0,5 g neutr. chromsaures Kali in 100 ccm Wasser.

Mit diesen 13 filtrierten Farblösungen werden nun ebenso viele etwa 8 mm Durchmesser haltende 15 cm hohe Fläschchen gefüllt. Soll die Farbe eines Gewässers festgestellt werden, so wird sie mit den verschiedenen Lösungen verglichen und bestimmt, welcher sie am nächsten stehen könnte.

Es hat sich gezeigt, daß mit dieser Forelschen Skala in den klaren Alpenseen und auch auf dem Meere meist gut auszukommen ist. Für Burckhardt[1] schlägt sogar vor, jede Forelsche Farbenstufe in steigender Menge mit Kobaltsulfat, d. h. mit der eben erwähnten

Mit diesen Stammlösungen werden nun durch Mischen nach der folgenden Übersicht 13 Farblösungen hergestellt:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
blau	100	98	95	91	86	80	73	65	56	46	35	23	10
gelb	0	2	5	9	14	20	27	35	44	54	65	77	90

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
blau	100	98	95	91	86	80	73	65	56	46	35	23	10	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
gelb	0	2	5	9	14	20	27	35	44	54	65	77	90	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15
braun	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Seen anderer Gegenden (Norddeutschland, Schottland usw.) ist sie nicht ausreichend, da namentlich braune Töne fehlen. Ule versuchte dem abzuhelfen, indem er der Forelschen Stufe 11 in steigender Menge eine dritte braune Farblösung zusetzt, die besteht aus:

0,5 g Kobaltsulfat in 95 ccm Wasser + 6 g Ammoniak.

Man erhält so eine erweiterte Forelsche Skala, die so aussieht:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	allfällig noch weiter

A = Forel'sche Mischungen, allfällig noch weiter bis rein Gelb

B, C, D, E, F usw. (Forels I, II, III usw. bis Ule's XI usw.) mit von B nach F usw. wachsendem Zusatz von Kobaltsulfat (braun).

Braunlösung zu vermischen. Man würde dann statt einer einreihigen, eine flächenhafte Farbenleiter erhalten, die wie folgt aussehen würde:

Beim Gebrauch der Forelschen Farbenleiter müssen alle Glanzlichter ausgeschaltet werden. Burckhardt empfiehlt deshalb die Verwendung eines schwarzen Schirmes, mit dem der Beobachter sich selbst, die Wasserfläche und die Farbenlichter vollständig zu bedecken habe. Weitere Verfahren zur Bestimmung der Färbung eines zu untersuchenden Wassers findet der Leser bei Emmerling,[2] Amberg[3] und König.[4]

5. Verfahren und Mittel zur Untersuchung der Wärmeverhältnisse eines Gewässers.

Auf die große Bedeutung der Wärmeverhältnisse für die Lebewelt eines Lebensraumes brauchen wir hier nicht weiter hinzuweisen. Sie ist selbst jedem Ungelehrten bekannt.

Leicht läßt sich die Wärmelage an der Oberfläche und in geringen Tiefen eines Gewässers feststellen. Man hat dazu nur ein genau arbeitendes Thermometer entsprechend tief einzusenken. Auch bei ganz oberflächlichen Messungen ist mindestens die Quecksilberkugel ganz einzutauchen; noch besser ist, das Thermometer wag-

[1] Burckhardt, G., Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstätterssees. Mitteil. der Nat. Ges. Luzern. 1900.

[2] Praktikum der Wasseruntersuchung. Bornträger. Berlin 1914.

[3] Limnolog. Untersuchungen des Vierwaldstätterssees. Festschrift der Nat. Ges. Luzern. 1905.

[4] Die Verunreinigung der Gewässer. Berlin. 1899.

recht schwimmen zu lassen. Burckhardt hat mit besonderer Schärfe hervorgehoben, daß die Wärmeverhältnisse des Oberflächenwassers äußerst schwankend sind und in lotrechtem wie wagrechtem Sinne oft auf kurze Entfernungen und je nach der Zeit stark wechseln. Hier setzt einigermaßen genaues Arbeiten große Vorsicht und Berücksichtigung aller Umstände voraus. Burckhardt bemerkt, daß z. B. die Besonnung, Wind, Niederschläge, Wellen, die durch den Menschen oder sogar durch das Boot des Beobachters verursacht werden usw., das Ergebnis stark beeinflussen können. Zum Messen soll deshalb immer das vom Boot noch nicht aufgewühlte Wasser vor der Spitze desselben gewählt werden.

Alle Angaben über Meßtiefe, Luftwärmelage und alle oben erwähnten Umstände haben äußerst genau zu sein. Erst wenn dies der Fall ist, können sie zu Vergleichen herangezogen werden. Um ein derartiges, möglichst brauchbares Vergleichsmaterial zu erhalten, wird vorgeschlagen, die Oberflächen-Messungen durchwegs in $^1/_2$ m Tiefe vorzunehmen.

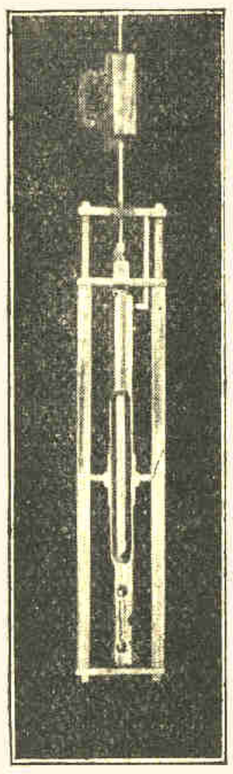


Abb. 30.
Friedingersches Umkipptthermometer.

Von manchen Seiten wird empfohlen, das Wasser zum Messen zu schöpfen. Dies ist namentlich auf dem Meere angebracht; das Schöpfgefäß, ein Segeltucheimer usw. muß einige Zeit im Wasser nachgeschleppt werden, damit das Gefäß die Wärmelage des Wassers annimmt und diese nicht etwa ändernd beeinflußt. Die Ablesung hat im Schatten zu erfolgen.

Zu Wärmemessungen in größeren Tiefen werden heute meistens die eigens zu diesem Zwecke gebauten Umkipptthermometer gebraucht. Unseres Wissens ist dasjenige von Negretti und Zambra das erste derartige Gerät gewesen. Es wird heute in verschiedenen Abänderungen gebraucht. Eine solche ist auf Abb. 30 dargestellt. Sie wird von Optiker Friedinger in Luzern hergestellt, ist verhältnismäßig billig, gut gebaut und arbeitet sehr zuverlässig. Das eigentliche Thermometer ist in eine stark vernickelte Messingfassung eingebaut. Alle Umkipptthermometer arbeiten so, daß an einer durch starke Verengung der Kapillarröhre vorbestimmten Stelle der Quecksilberfaden reißt. Das geschieht auch bei der Friedinger'schen[1] Form. Das Umkippen wird durch ein Fallgewicht bewirkt, das auf der Abb. 30 oben sichtbar ist. Auch ein längeres Belassen in der Tiefe oder ein Stillstand während des Heraufziehens vermag die Ablesung nicht mehr wesentlich zu ändern.

Andere Formen von Umkipptthermometern sind von Richter[2], Lukisch[3] u. a. gebaut worden. Bei der Richterschen Form wird die Umkippvorrichtung durch einen Schraubenpropeller betätigt. Der Propeller beginnt sich erst beim Aufziehen zu drehen und bringt durch Lösen eines Gewindes nach einem Hub von 10—15 m das Thermometer zum Umschlagen. Damit letzteres nicht zu heftig erfolgt, ist seitlich am Traggestell eine Bremsvorrichtung angebracht. Die ursprüngliche Negretti-Zambra-Vorlage ist in zwei Formen vorhanden, einer ebenfalls mit Propeller-Auslösevorrichtung und einer mit Fallgewicht. Auch die Lukisch'sche Form besitzt ein Fallgewicht.

Das Schöpfverfahren ist ebenfalls zu Wärmeuntersuchungen in größeren Wassertiefen herangezogen worden. Die benutzten Schöpfgefäße sind sinnreich ineinandergeschaltete Hartgummiröhren von großer Abdichtungsfähigkeit. Von Ekmann[4], Peterssson[5], Nansen[6] und Drygalsky u. a. sind derartige Geräte bis zu etwa 800 m Tiefe mit Erfolg benutzt worden. Das Aufholen hat rasch zu erfolgen, und die Wärmeunterschiede dürfen 15° C nicht übersteigen.

Nach Krümmel empfiehlt es sich, solche Wärmebestimmungen in Tiefenstufen auszuführen und zwar in folgenden Abständen: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1000, 1500, 2000 m usw.

Ganz neuerdings ist von Birge[7] auch eine Einrichtung geschaffen worden, um die Temperatur des Schlammes am Grunde von Gewässern zu bestimmen, und zwar in verschiedenen Tiefen. Die Ergebnisse, die Birge erhielt, waren recht wichtig und versprechen den Schlüssel zu manchen Tatsachen im Verhalten der Grund- und Schlammlebewelt und namentlich auch der Bildung der Grundablagerungen selbst zu geben. Ich führe zum Belege nur eine mir von Prof. Birge gütigst zur Verfügung gestellte Tabelle auf.

[1] Friedinger liefert das Gerät in einem dauerhaften Reisekasten.

[2] Die Temperaturverhältnisse der Alpenseen. Verh. der 9. Deutsch. Geographentag. Wien. 1891.

[3] Physikal. Untersuchungen. Exp. S. M. S. „Pola" in das Rote Meer. Denkschr. Math. Nat. Klasse K. Akad. Wien, Bd. 65. 1898.

[4] Die Phyllopoden, Cladoceren und freileb. Copepoden der nordschw. Hochgebirge. Zoolog. Jahrbücher, Abt. Systemat. Bd. 21. 1914.
Siehe Anmerk. S. 38, Nr. 7.

[5] A Review of Swedisch hydrographic Reseurch in the Baltic and the North Sea. The Scottish Geographical-Magazine. Bd. X. Edinburgh. 1894.

[6] Some oceanographieal results of the Expedition with the „Michael Sars" in the summer of 1900. Nyt Magasin for Naturvidenskab. Bd. 39. Christiania. 1901.
Vergl. auch Helland Hansen. Anmerk. S. 33.

[7] Vergl. Anmerk. 3, Seite 47.

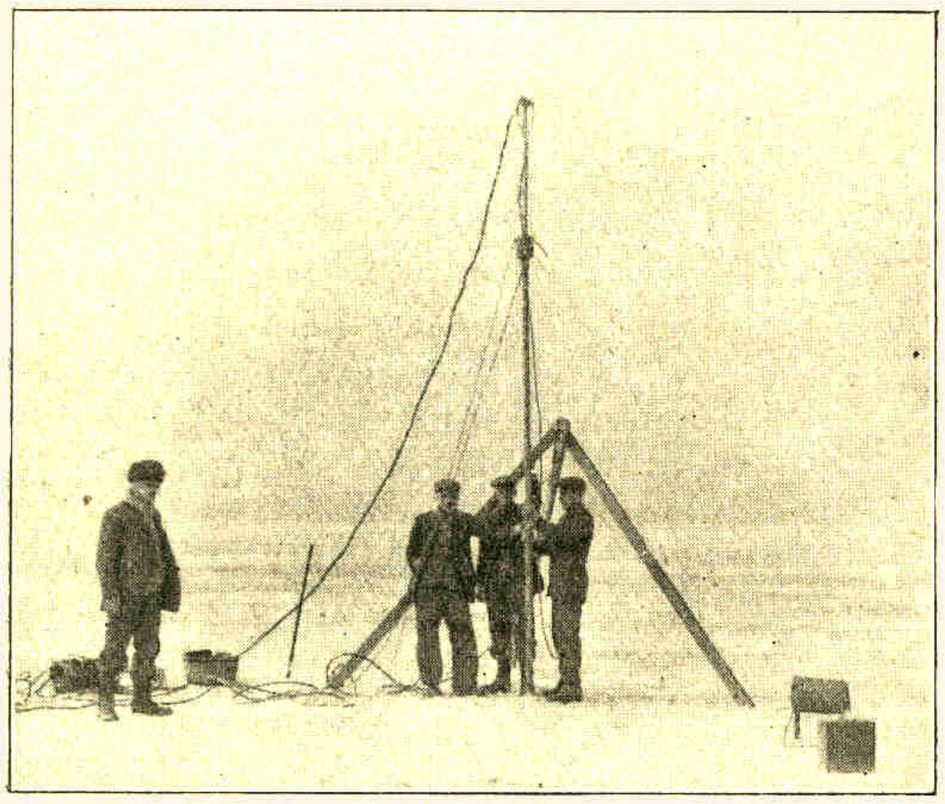
Schlammtemperaturen des Mendotasees (Wisconsin) 1919.

(Wassertiefe: 8 m.)

Tiefe in cm	12. Febr.	28. Mai	12. Juli
Schlammoberfläche	2,30° C	11,2° C	19,3° C
50	4,3	10,7	13,8
100	5,8	9,1	11,8
150	7,3	8,4	10,2
200	8,4	8,0	9,5
250	9,3	8,3	9,2
300	9,8	8,5	9,0
350	10,2	8,8	8,9
400	10,5	9,2	9,2
450	10,6	9,6	9,4
500	10,6	9,8	9,6

Auf Erörterungen über diese Ergebnisse können wir uns hier nicht einlassen.

Birge benutzte zu seinen Untersuchungen ein eigens dazu gebautes elektrisches Widerstandsthermometer, das einer Eisen- oder besser Stahlröhre von



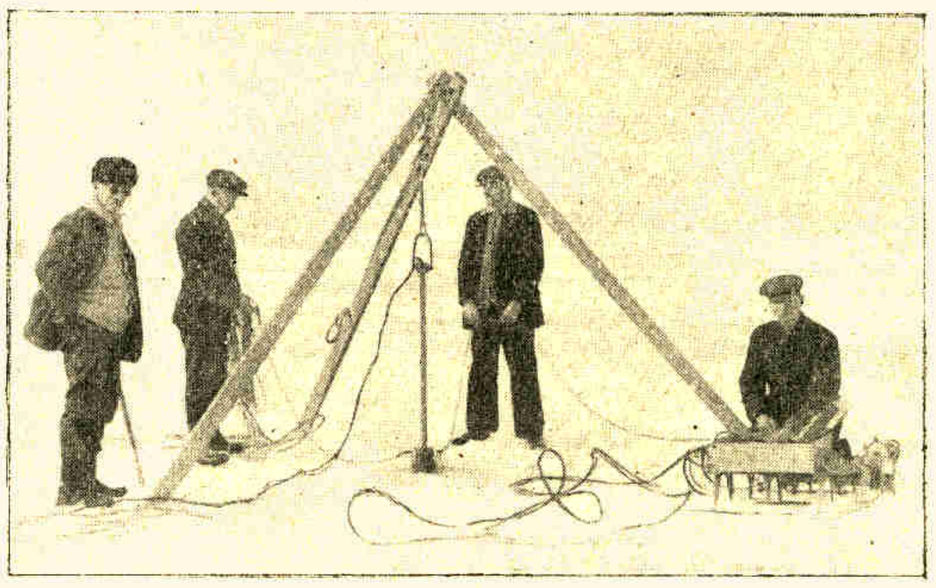


Abb. 31 a und b. Das Schlammthermometer von Birge, seine Aufstellung und Verwendung im Winter. Der abgebildete Dreifuß kann auch zu vielen anderen Untersuchungen vom Eis aus benutzt werden, z. B. zum Planktonfang, zu Grundfängen mit dem Bagger usw.
(Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

5 cm Weite und 3,0 m Länge aufgesetzt war (später wurde sogar eine Röhre von 5 m Länge, aber nur 4 cm Weite benutzt). Das messingene Thermometergehäuse ist ungefähr 9 cm lang und 5 cm weit, am Ende kegelförmig und mit einer Stahlspitze versehen. Die Widerstandsspirale ist der Höhlung der kegelförmigen Spitze eingesetzt und mit wasserdichtem Zement festgemacht. Das Thermometer ist mit dem obenerwähnten Eisen- oder Stahlrohr mittelst eines 25 cm langen Holzstückes verbunden, damit die Isolierung gegen das Eisen gesichert sei. So wird das ganze Gerät ungefähr 3,5 m bezw. 5,5 m lang und kann nun in den Schlamm je nach Wunsch eingetrieben werden. Die Widerstandsspirale ist mit einer durch die Röhre gehenden, gut isolierten Leitung mit einem im Boot befindlichen Whipple'schen Thermophon verbunden. Der 5 cm (4 cm) weiten Röhre ist oben eine engere von nur 3,5 cm Weite und 1,2 m Länge aufgesetzt; die Leitung wird natürlich auch durch diese geführt. Dadurch wird das Gerät nahezu 5 m (bezw. 7 m) lang. Am obern Ende dieses engern Rohres ist ein steigbügelförmiger Ring zum Anknüpfen des Tragtaues für das ganze Gerät befestigt. An diesem engeren Rohre gleitet zudem ein Gewicht von 10 kg, das halbiert und infolge einer besonderen Vorrichtung dem Rohr umgelegt oder abgenommen werden kann. Dieses Gewicht treibt das Thermometer in den Grund (vgl. Abb. 31), kann mit Hilfe zweier Leinen bewegt werden und arbeitet dann als Hammer. Für weitere Einzelheiten bezüglich dieses Gerätes verweisen wir auf die Arbeit Prof. Birges und auf die beiden Abb. 31 a u. b, die das Gerät und seine Anwendung im Winter zeigen.

Vorrichtungen zum Messen der Wärmestrahlung der Sonne, ihrer Absorption und Transmission im Wasser.

An derselben Stelle[1] hat Birge zwei Einrichtungen beschrieben, die ermöglichen, auch die Wärmestrahlung der Sonne im Wasser zu messen.

Forel hat seinerzeit (Le Léman Bd. 2, S. 294) zu diesem Zwecke ein Thermometer mit geschwärzter Kugel in einer Flasche versenkt und dann in der Senktiefe der Sonne ausgesetzt.

Birge benutzte nach verschiedenen Versuchen schließlich ein Quecksilberthermometer mit geschwärzter Kugel in einer luftleeren Glasfassung (Abb. 32).

Dieses Vakuumthermometer (Gradeinteilung 25 cm lang, von —2° C bis 32° C und Stufen von 0,2° C) ist in ein Rahmenwerk von 65 cm Länge und 10,5 cm Weite eingebaut. Das Rahmenwerk (aus 12 mm dicken Messingröhren) trägt ebenfalls ein mit einer Schnur verschiebbares Rohrstück zum Ab- oder Zudecken der Thermometerkugel (vgl. Abb. 32 B). Das Ablesen geschieht mittelst eines Fernrohrs, das einem dem Thermometer in rechtem Winkel angesetzten Rohr oben aufgesetzt ist (vgl. Abb. 33). Das Rohr besteht aus 85 cm langen (5 cm weiten) Teilstücken aus Messing, die je nach der Untersuchungstiefe zu mehreren aneinandergefügt werden können. Die Platte C des Thermometergestells (Abb. 32) ist verschiebbar, mit einem mittleren, wasserdicht gekitteten Glasfenster versehen und dient zum Aufschrauben des langen Ablesrohres.

Zwei Personen bedienen das Gerät; zuerst wird die Wärmelage des umgebenden Wassers bestimmt. Dann wird, allfällig unter Zuhilfenahme von Eis-

[1] Siehe Anmerk. 3, Seite 47.

wasser das Thermometer unter (mindestens 1° C) den Temperaturgrad des umgebenden Wassers abgekühlt. Jetzt wird das Gerät versenkt und nachdem die Wärmelage des umgebenden Wassers erreicht ist, das schützende Rohrstück mit Hilfe einer Schnur von der geschwärzten Queckſilberkugel des Thermometers entfernt und diese der Sonnenstrahlung ausgesetzt.

Das Ablesen geschieht nun derart, daß sowohl unter als über der Temperatur des umgebenden Wassers abgelesen wird, und zwar so, daß das Steigen um je $^1/_5$° C vermerkt wird mit der dazu nötigen Zeit in Sekunden (vgl. die untenstehende Tabelle!). Dies geschieht mit Hilfe einer Uhr mit ein- und ausschaltbarem Sekundenzeiger. Die Art des Messens mag die folgende Zusammenstellung Prof. Birges zeigen.

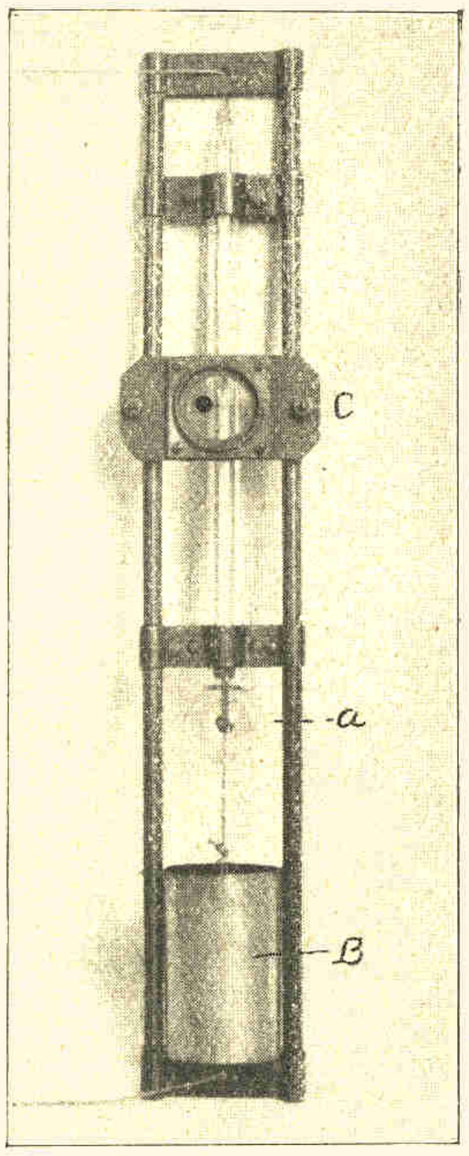


Abb. 32. Das Vakuumthermometer mit geschwärzter Kugel nach Birge. a Kugel, B verschiebbare Schutzhülse, C verschiebbare Platte zum Befestigen des Ableserohrs.
(Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

Messungen mit einem Vakuum-Thermometer mit geschwärzter Kugel im Mendotasee (Wisconsin) vom 5. 9. 1912.

(nach Prof. Birge).

Stunde.	Tiefe in cm	Wassertemperatur.	Steigen der Temperatur.	Sekunden.	Steigen in d. Minute.
11.37	50	22,8°	22,6°—22,8°	16,5°	0,74°
			22,8—23,0	16,0	
11.25	100	22,8	22,6—22,8	32,5	0,36
			22,8—23,0	32,5	
11.50	150	22,2	22,0—22,2	59,5	0,20
			22,2—22,4	59,0	
11.55	200	22,2	22,0—22,2	120,8	0,10

Aus der Tabelle ergibt sich, daß in 150 cm Tiefe noch 27 % der Strahlung in 50 cm Tiefe vorhanden sind, in 200 cm noch rund 13,5 % usw.

Prof. Birge hat mit diesem Gerät Messungen bis zu 5 m Tiefe ausgeführt und empfiehlt es für stille ruhige Seen; Wellengang verhindert natürlich das Ablesen.

Ein weiteres Gerät zum Messen der Stärke der Wärmestrahlung der Sonne im Wasser und der Absorption derselben ist ein ebenfalls von Birge beschriebenes „elektrisches Pyrlimnimeter". Der Empfänger der Strahlen wird bei demselben durch 20 Eisen-Konstant an Thermoelemente gebildet (Abb. 34), deren Berührungsstellen mit geschwärzten, kreisförmigen Silberplättchen von 1,5 mm Durchmesser bedeckt sind. Sie sind in zwei Reihen geordnet, wie die Abb. 35 es zeigt (20 mm lang u. 3 mm weit). Das Ganze ist mit einem halbkugeligen Glase (65 mm Durchmesser) bedeckt; letzteres ist einer Messingdose von 75 mm Geviert und 20 mm Dicke eingekittet. Die Dose selbst besteht aus 2 Messingstücken (Abb. 34), die gut schließen und jede Feuchtigkeit unmöglich machen; vorsichtshalber wird in eine kleine Ausweitung seitlich an der Dose auch noch etwas Phosphorpentoxyd gebracht. Von der Dose führt eine 18 cm lange Röhre weg, in der die Verbindung der Thermopaare zum Galvanometerkabel führt. Das ziemlich schwere Tragrahmenwerk ist 46,5 cm lang, 15,5 cm breit, aus festen Messingstäben von 12,5 cm Geviert gemacht (Gewicht des Rahmens 2 kg). Es ist so schwer gewählt, damit ohne Gleichgewichtsstörung ein an einer Schnur auf- und zuklappbarer Blechdeckel (Abb. 34) ohne Gleichgewichtsstörung die Thermoelemente der Sonne aussetzen oder verschließen kann.

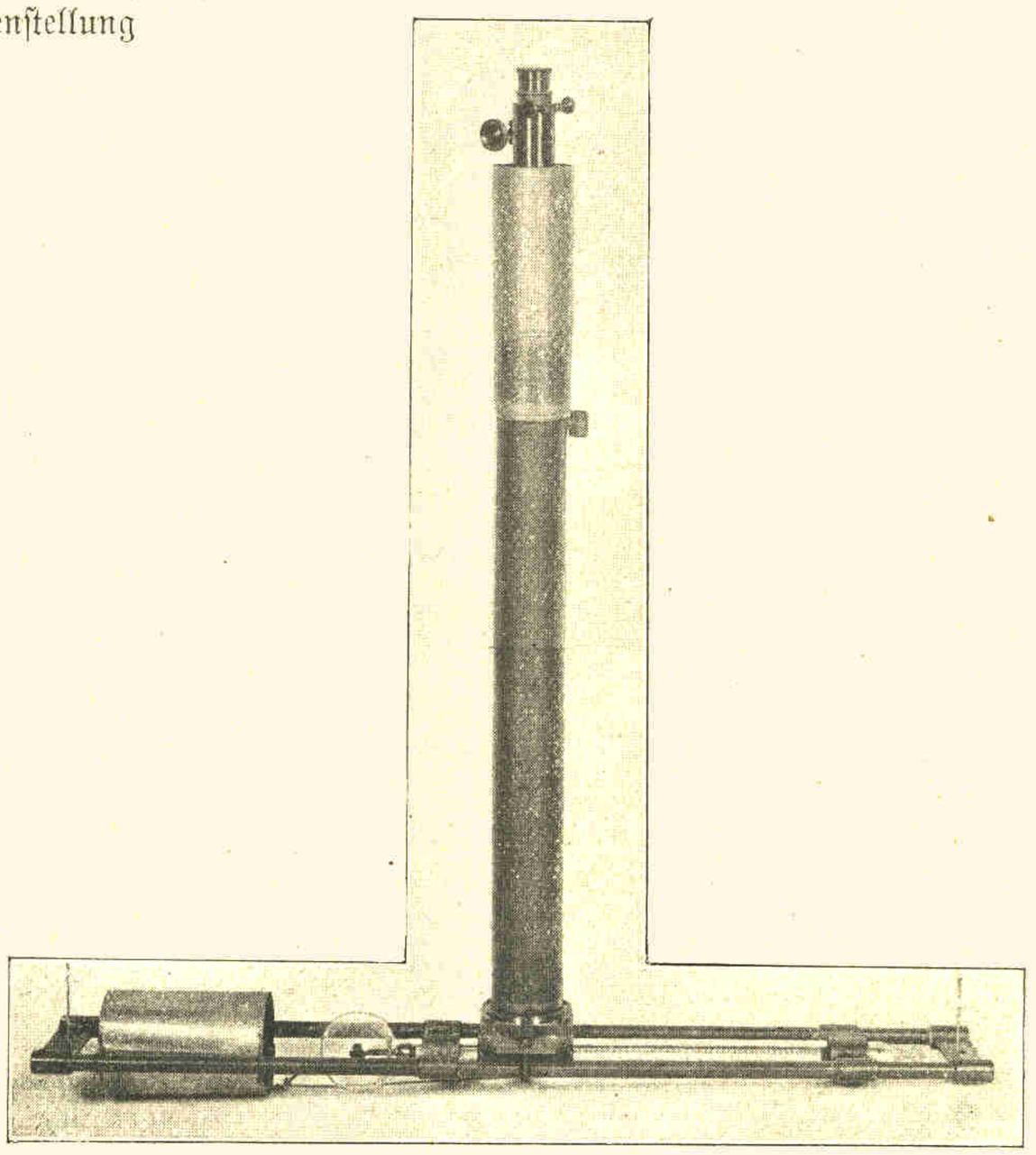


Abb. 33. Das Vakuumthermometer von Birge mit Ableser.
(Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

Damit verbunden wird ein sog. Arsonval'sches Galvanometer gebraucht (Abb. 36), eine in der Marine verwendete Bauform. (Für weitere Einzelheiten sei auf die Arbeit von Birge verwiesen.)[1]

6. Die Bestimmung des Geruchs des Wassers.

In manchen Fällen, namentlich bei hygienischen Wasseruntersuchungen mag es angezeigt sein, auch den Geruch des Wassers festzustellen. Es wird dies öfters ohne besondere Vorrichtung möglich sein; ist dies nicht der Fall, so füllt man nach Emmerling[2] eine Kolbenflasche von 1 Liter Inhalt etwa zur Hälfte mit dem zu untersuchenden Wasser, verschließt mit einem gut ausgekochten, nicht riechenden Stopfen und erwärmt im Wasser mehrere Minuten auf ungefähr 50° C. Wird dann geöffnet, so läßt sich

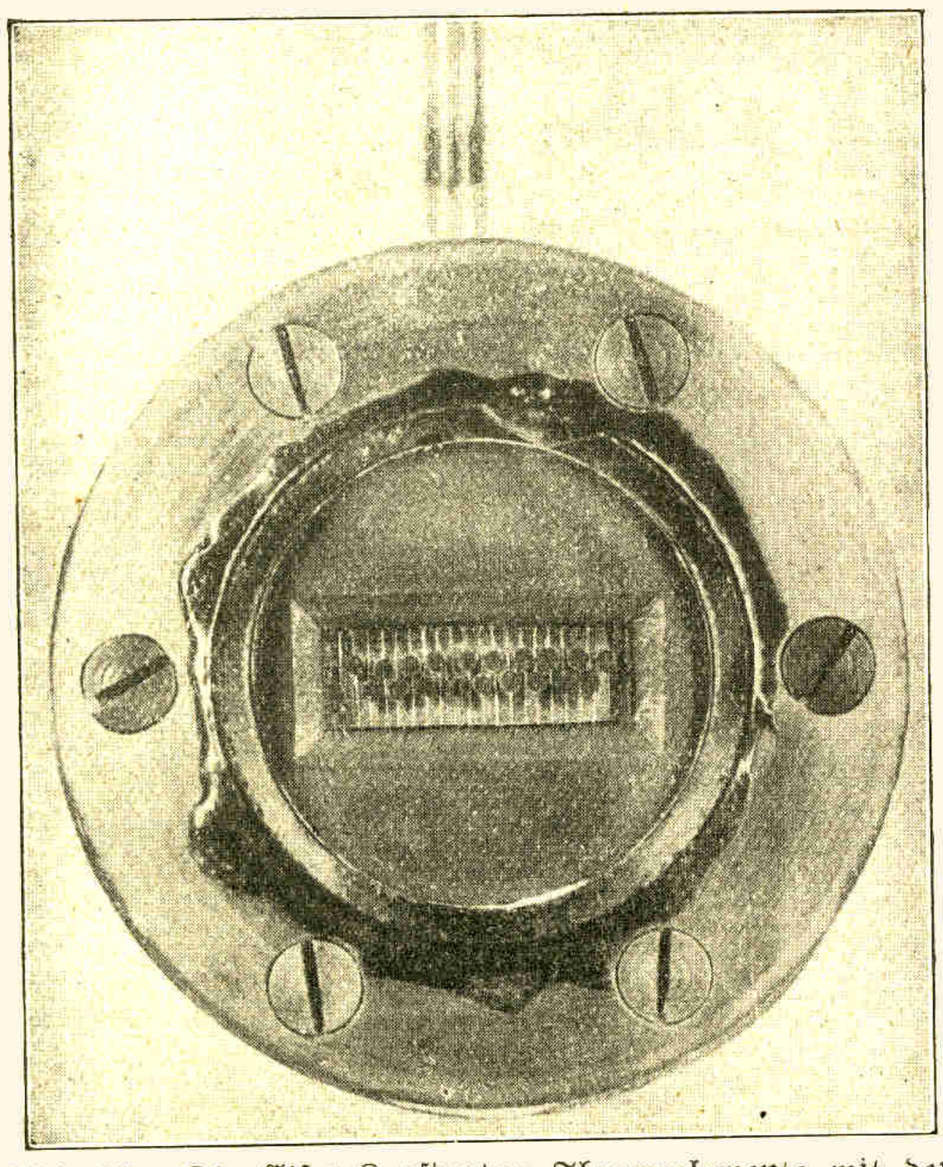


Abb. 35. Die Eisen-Konstantan Thermoelemente mit den geschwärzten Silberplättchen des Pyrlimnimeters.
(Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

der Geruch leicht feststellen. Schwefelwasserstoff im Wasser läßt sich am einfachsten mit dem Geruch erkennen. Sollte er andere Gerüche verdecken, kann er in dem ebenerwähnten Kolbenverfahren durch Zusatz von etwas Kupfersulfat beseitigt werden. Winkler[3] hat sogar ein quantitatives Verfahren für solche Geruchsbestimmungen angegeben. Mez[4] unterscheidet folgende Geruchsstufen: geruchlos, dumpfig, fischartig, moderig, faul und stinkend faul.

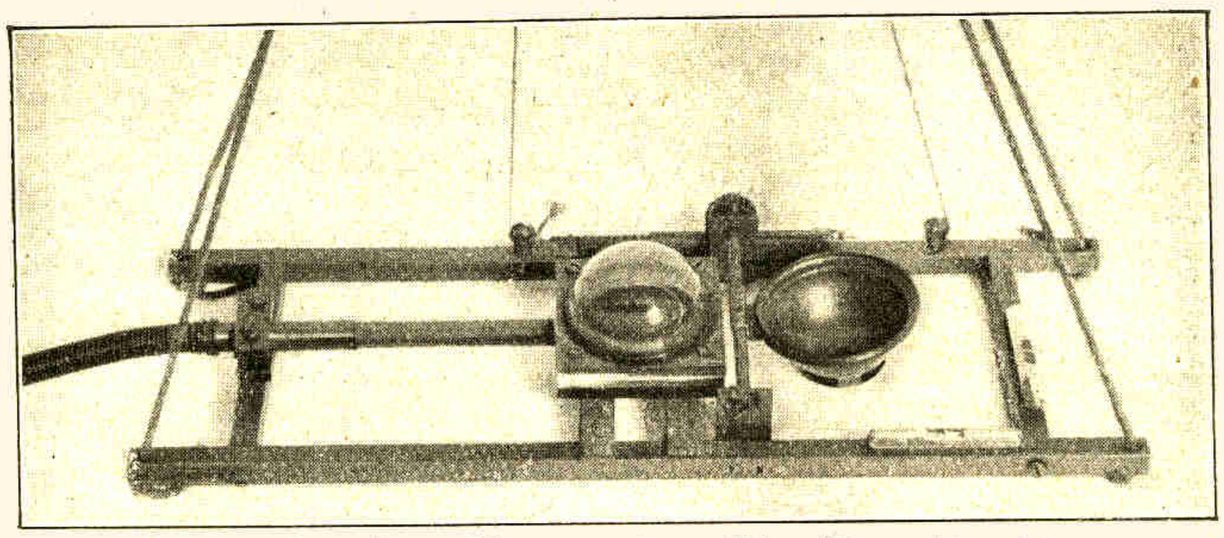


Abb. 34. Der Empfänger des Pyrlimnimeter. Man beachte das Rahmenwerk, die Befestigung desselben und den geöffneten, mit Hilfe einer Schnur beweglichen Deckel.
(Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

7. Verfahren und Mittel zur Untersuchung des chemischen Verhaltens eines Gewässers.

Wir wissen seit langem, daß das chemische Gepräge des Lebensraumes von ganz gewaltigem Einfluß ist auf die Lebewesen und auf Gemeinschaften von solchen. Trotz dieser Erkenntnis hat man aber bisher immer nur die groben, großen Wirkungen des Chemismus eines Gewässers auf dessen Lebewelt in Berücksichti-

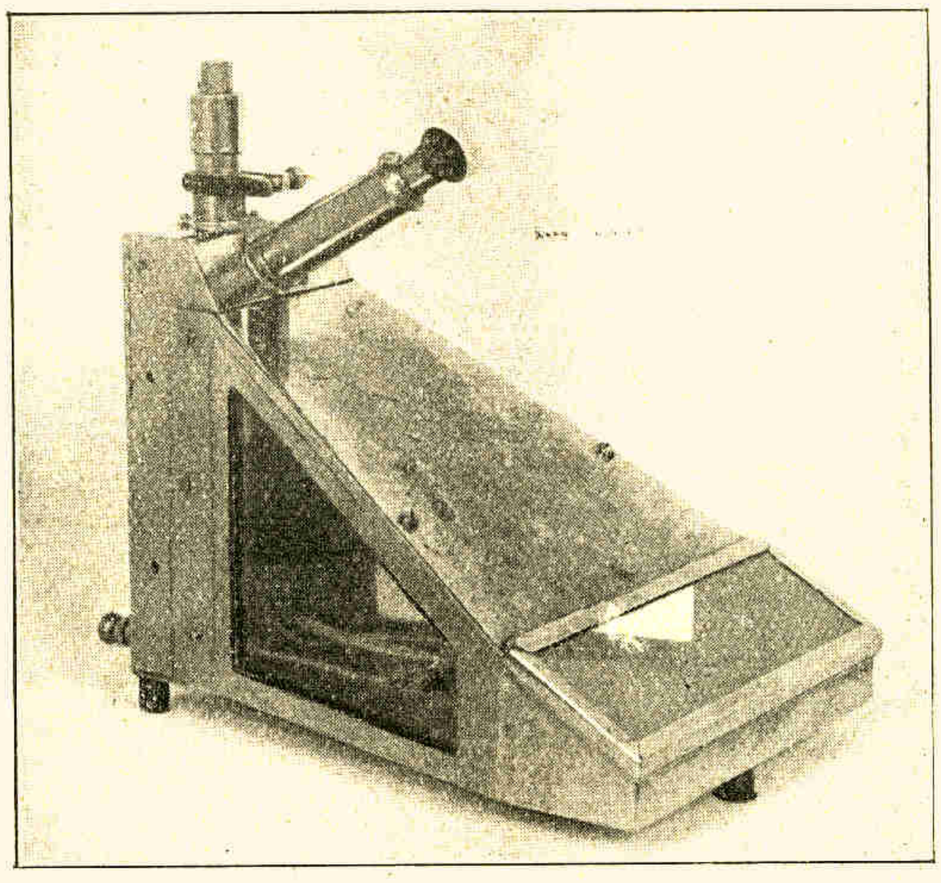


Abb. 36. Das Galvanometer des Pyrlimnimeters.
(Nach einer von Prof. Birge gütigst zur Verfügung gestellten Photographie.)

gung gezogen. Gerade der Hydrobiologe hat bis heute noch viel zu wenig auch auf die feineren Wechselwirkungen zwischen Lebewelt und chemi-

[1] A second Reporton Limnological apparatus. Transactions Wisconsin Academy of Sciences etc. Vol. XX. (Heute erst in Vorbereitung!)

[2] Siehe Angabe Seite 43, Nr. 2.

[3] Zeitschrift für analytische Chemie. Bd. 52, S. 641. 1913.

[4] Mikroskopische Wasseranalyse. Berlin. Springer. 1898.

schem Gepräge des Lebensraumes geachtet. Und doch sagt auch ihm die Überlegung, daß nicht nur die groben Änderungen im Chemismus eines Gewässers von Einfluß auf dessen Lebewelt sein müssen, sondern auch die feinen. Es gibt wohl kaum ein Gewässer, das chemisch einem zweiten völlig gleicht. Liegt nicht vielleicht darin mindestens teilweise der Grund, daß es auch keine zwei Gewässer gibt, die sich biologisch, also in ihrer Lebewelt völlig gleichen? Ich erinnere in diesem Zusammenhang an das Abweichen ein und derselben Art von Plankton-Kladozeren in ihrem Lebenslauf, in ihrer Gestalt usw. in oft nahe beieinander liegenden Seen, an die Verschiedenheiten, die ein und dieselbe Fischspezies je nach dem See, dem Wohngewässer, zeigt usw. Wir stehen diesen Dingen heute noch ratlos gegenüber. Die Vermutung liegt nahe, daß feine Unterschiede im physikalischen und chemischen Gepräge der Gewässer ursächlich an diesem Verhalten beteiligt sind. Dies ist gewiß Grund genug für den Hydrobiologen, diesen Verhältnissen seine größte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Oft legt sich ihm aber die Unkenntnis gerade der chemischen Untersuchungsverfahren hindernd in den Weg. Die Sache scheint ihm zu schwierig, zu umständlich. Sie ist es aber nicht. Die chemischen Untersuchungsverfahren für das Wasser sind heute so ausgebildet, daß auch der Nichtchemiker, der Hydrobiologe sich an solche heranwagen darf. Jedes größere Gemeinwesen hat ja heute sein Amt für Gebrauchs- und Abwässer. In den letzten Jahrzehnten sind da eine große Zahl von Verfahren der Wasseranalyse, auch der chemischen Wasserprüfung ausgearbeitet worden, teilweise Verfahren, die jeder mit den einfachsten Grundbegriffen von Chemie imstande ist, auszuführen. Es gibt ja da eine ganze Reihe von Lehrbüchern, Handbüchern und Praktika,[1] wo alles Nötige zusammengestellt ist. Wir können darum nicht genug empfehlen, sich mit diesen Verfahren bekannt zu machen und sie heranzuziehen zur Lösung der biologischen Fragen, wo immer sich die Möglichkeit gibt, damit weiter zu kommen.

Es gibt hydrobiologische Arbeiten, wo für ein Gewässer, das oft recht gründlich biologisch untersucht wurde, auch eine Wasseranalyse angeführt wird, aber nur eine. Das ist recht schön, der gute Wille war wenigstens da. Aber eine einzige Analyse ist nicht genug, kann nicht genügend sein; denn auch das chemische Gepräge wechselt in einem Gewässer von Stelle zu Stelle, von einer Jahreszeit zur andern, ja von Monat zu Monat, von Tag zu Tag und von Tageszeit zu Tageszeit. Es muß ein nächstes Ziel der Hydrobiologie sein, das chemische Gepräge eines Gewässers im Jahreslauf an möglichst vielen Stellen zu untersuchen und zu sehen, wie das chemische Geschehen und Lebensgeschehens sich zueinander verhalten, welche Parallelität, welche Übereinstimmung und welche Verschiedenheiten in ihrem gegenseitigen Verhalten liegen. Dieser Forschungsweg verspricht reiche Ergebnisse und ist heute leider noch wenig begangen. Es wird aber eine Zeit kommen, wo für die Hydrobiologie genaue Kenntnis der letzten Feinheiten des chemischen Geschehens und Zustandes eines Gewässers Vorbedingung zu jedem Weiterkommen in der Lebensforschung sein wird. Diese Sachlage kann der junge Hydrobiologe nicht genug beherzigen.

Ein Gewässer enthält eben nicht Wasser von der Formel H_2O; eine Reihe anderer chemischer Stoffe treten hinzu und vermehren die Mannigfaltigkeit des Gepräges auch noch dadurch, daß sie in höchst verschiedenen Mengenverhältnissen vorhanden sein können. Von diesen vielen gelösten Stoffen kommen für den Hydrobiologen hauptsächlich folgende zunächst in Betracht: Sauerstoff, Kohlensäure, Magnesia, Eisen, Ammoniak, Chloride wie Kalzium-, Magnesium-, und Natriumchlorid; Schwefelwasserstoff usw.

Es wird sich also darum handeln, das zu untersuchende Gewässer in seinem chemischen Verhalten möglichst vollständig derart kennen zu lernen, daß Proben von möglichst vielen Stellen seines Raumes, also der Oberfläche und der Tiefe untersucht und daß diese Untersuchung sich im Jahreslaufe in regelmäßigen Zwischenräumen wiederholt.

Für die Gewinnung der nötigen Wasserproben sind eine Anzahl Einrichtungen nötig, die hier beschrieben werden sollen. Weiter hat das Schöpfen, das Aufbewahren und das allfällige Versenden solcher Proben unter gewissen Vorsichtsmaßregeln zu geschehen. Das chemische Gepräge auch des geschöpften Wassers ist sehr veränderlich und wird durch unkluges Vorgehen unter Umständen rasch ändernd beeinflußt. Die Wasserentnahme und die nachherige Behandlung soll einwandfrei sein, sonst sind die Untersuchungsergebnisse wertlos.

Bevor wir also die eigentlichen chemischen Untersuchungsverfahren darstellen, müssen die Schöpfeinrichtungen beschrieben werden. Von solchen gibt es eine große Anzahl; diejenigen für

[1] Siehe das Verzeichnis der bezüglichen Schriften Seite 141.

geringe Wassertiefen sind naturgemäß einfacher als jene für die Tiefsee.

Sehr einfach ist die Schöpfvorrichtung nach Seligo (Abb. 37). Sie ermöglicht es, Oberflächen-

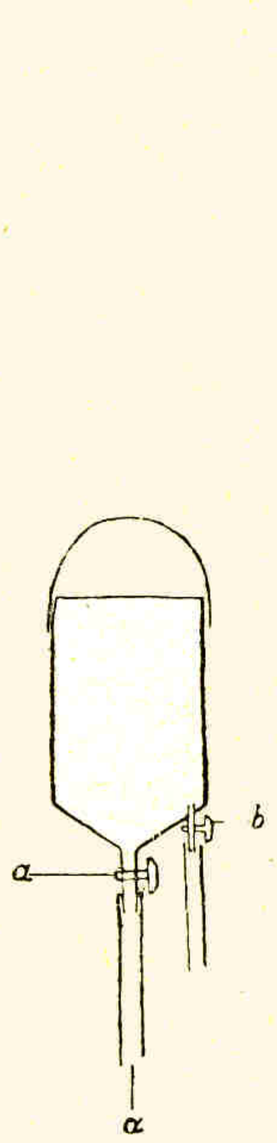


Abb. 37. Wasserschöpfer nach Seligo. (Nach Seligo aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

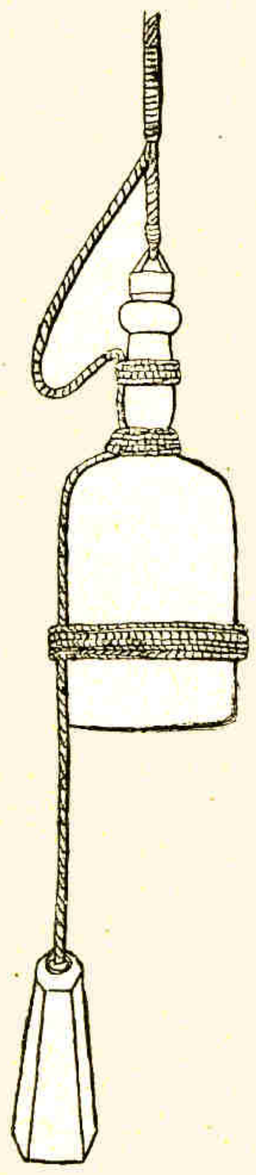


Abb. 38. Meyersche Stöpselflasche. (Aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

wasser auf sorgsamste Art zu schöpfen. Die Vorrichtung besteht aus einem zylindrischen Eimer aus Zinkblech von 2 Liter Inhalt; er ist 20 cm hoch und 14 cm weit. Der Boden des Gefäßes ist trichterförmig vorgewölbt und besitzt zwei Öffnungen; die eine befindet sich am Grunde des Trichters und läßt sich durch einen luft- und wasserdichten Hahn öffnen und schließen (Abb. 37 bei a); die andere ist mehr am oberen Trichterrand und wie die erste zu öffnen und zu schließen. Am Hahn a ist ein weiterer, längerer, am Hahn b ein kürzerer engerer Schlauch angeschlossen. Die ganze Einrichtung wird wie ein Stechheber folgendermaßen benutzt. Beide Hähne werden geschlossen, dann bringt man die freie Öffnung des Schlauches a in jene Wassertiefe, von der das Wasser untersucht werden soll. Nun wird der Hahn a geöffnet, und das Gefäß füllt sich; hierauf wird Hahn a unter Wasser wieder geschlossen und das Gefäß so weit aus dem Wasser genommen, daß der Schlauch des Hahnes b in die Sammelflasche gebracht werden kann. Ein Öffnen des Hahnes b läßt das Wasser ruhig ausfließen.

Auf diese Art läßt sich Wasser schöpfen, ohne durch Bewegungen usw. nennbar ändernd beeinflußt zu werden.

Eine beliebte, viel angewendete Schöpfvorrichtung für kleine Tiefen ist die sog. Meyersche Stöpselflasche (Abb. 38). Man wählt dazu gewöhnlich eine ungefähr 1 Liter fassende Flasche, die an eine Leine befestigt wird. An ihrem freien untern Ende wird ein Gewicht angehängt. Der Flaschenstöpsel ist ebenfalls an der Leine befestigt. Die Anwendung geschieht so, daß die Flasche, wie die Abb. 38 es zeigt, bis in die gewünschte Tiefe versenkt wird. Der Flaschenstöpsel darf nicht allzu fest stecken. Mit einem kräftigen, plötzlichen Ruck wird die Flasche geöffnet; sie hängt nun an der vorher losen Leine des Flaschenhalses. Die Luft der Flasche entweicht und an ihre Stelle tritt Wasser. Daß die Flasche geöffnet ist, erkennt man an den hochkommenden Luftblasen, kommen keine solchen mehr, so ist sie gefüllt und kann hochgezogen werden. In dieser gewöhnlichen Ausführung wird die Meyersche Schöpfflasche kaum in Tiefen über 25 m zu gebrauchen sein. In letzterer Tiefe ist es schon recht schwierig und braucht große Übung, den Pfropfen mit einem Ruck zu lösen und die Flasche zu öffnen; der Grund liegt in dem schon recht beträchtlichen Wasserdruck, der auf dem Pfropfen lastet und in der Elastizität der Leine. Thienemann vermutet, daß man vielleicht mit Anwendung eines größeren Gewichtes und unter Benutzung von Draht an Stelle des Seiles noch tiefer gehen könnte. Derselbe Forscher hat die Flasche etwas umgeändert und in noch handlichere Form gebracht. Neu ist vor allem, wie aus der Abb. 39 ersichtlich ist, die Verwendung einer Messingkette an Stelle des Seiles der ursprünglichen Vorlage. Zur Befestigung der Flasche dient der obere Ring R; er besteht aus Messingblech und ist 2 cm breit; durch Anziehen einer Schraube kann er bis auf 3 cm Durchmesser verengt werden. Der Ring ist nämlich nicht ganz geschlossen, sondern auf der einen Seite offen; die Enden des Ringbleches sind zurückgebogen

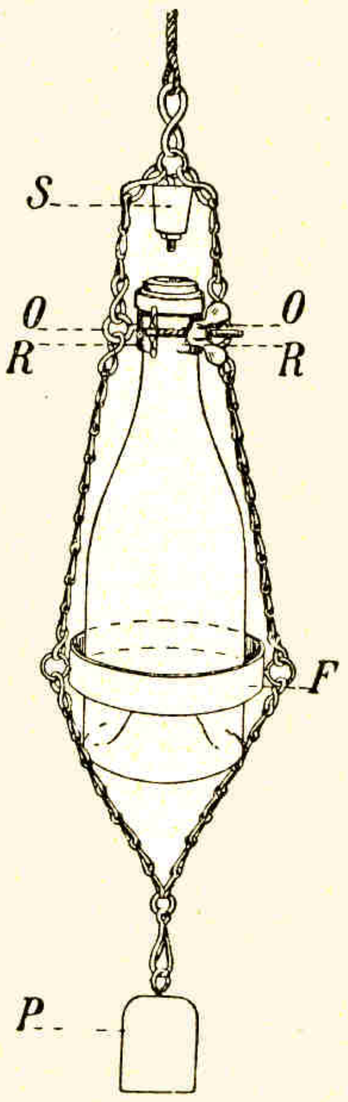


Abb. 39. Verbesserte Meyersche Schöpfflasche nach Thienemann. Erläuterungen im Text. (Nach Thienemann.)

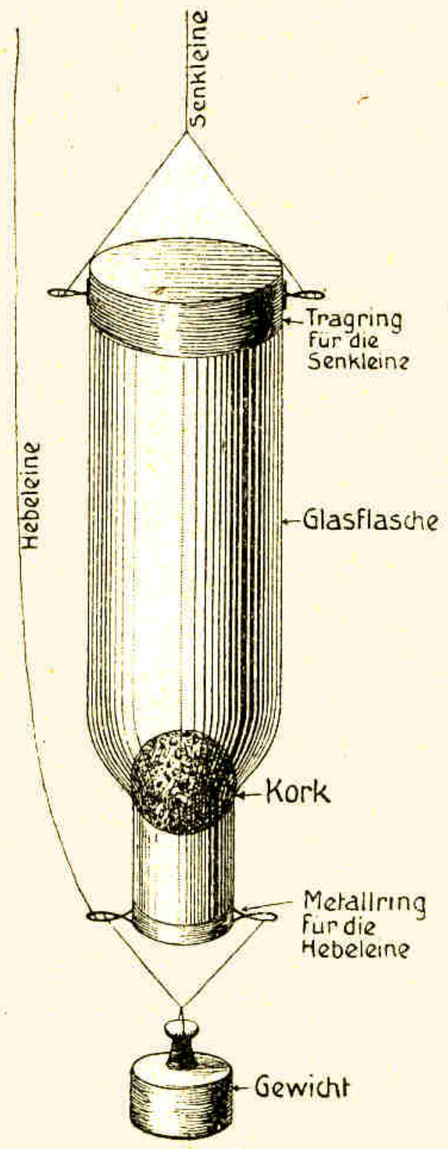


Abb. 40 Schöpfflasche nach Lüttgens.

und an dieser Stelle mit einer Öffnung versehen, durch die nun die erwähnte Schraube gesteckt wird. Der Schraubenkopf gibt dem einen Ringende Rückhalt, während das andere durch die am Schrauben-

gewinde frei laufende Schraubenmutter mit Flügelansätzen gestützt und vorwärts getrieben wird. Der Ring kann jeder beliebigen Flasche am Flaschenhals hinter dem Kopfwulst angesetzt und durch Anziehen der Schraube festgemacht werden (vgl. Abb. 39).

In diesen Ring ist nun an zwei durchmesserweit einander gegenüberliegenden Stellen je eine Öse (in der Abb. 39) aus 3 mm starkem Messingdraht eingenietet. Von jeder Öse geht je eine Kette nach oben und nach unten; jede Kette wird durch einen 8förmig gebogenen und verlöteten Messingdraht an der Öse gehalten. Die obere Kette besteht aus 3 Gliedern und ist wieder durch ein 8förmig gebogenes, verlötetes Glied mit der den Gummipfropfen tragenden Öse verbunden. Der Gummipfropfen ist nämlich durchbohrt; durch die Öffnung geht ein 5 mm starker Messingdraht, der oben die Öse des Pfropfens, unten eine Schraube bildet, in der die den Pfropfen tragende Schraubenmutter läuft. Der Gummipfropfen selbst ist 25 mm lang, mit einem obern Durchmesser von 23 mm und einem untern von 18 mm. An der Pfropfenöse ist ferner noch ein kräftiger 8förmiger Träger aus Messingdraht befestigt, an den nun das

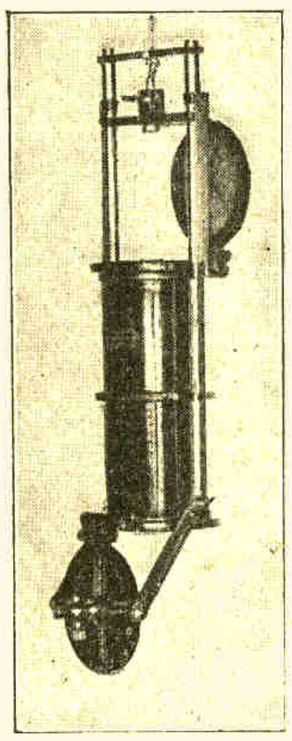


Abb. 41. Friedingerscher Wasserschöpfer von 1 l Inhalt.

Seil angeknüpft ist, wie die Abb. 39 es deutlich zeigt. Die beiden zum Gummipfropfen laufenden Kettchen sind 10 cm lang.

Von den Ringösen geht jederseits ein weiteres Kettchen von 9 Gliedern und 20 cm Länge zu den Ösen des hintern Ringes F, der eine Weite von 10 bis 11 cm und eine Höhe von 2 cm hat. Je nach der Art der verwendeten Flasche bleibt zwischen dieser und dem hintern Ring ein größerer oder kleinerer Raum frei. Dieser Ring dient also nur zur Führung der das Gewicht G tragenden Kette; denn vom Ringe ziehen wiederum 2 Ketten nach unten, die aus 7 Gliedern bestehen, 15 cm lang und unten mit einem Karabinerhaken verbunden sind. Letzterer trägt das Gewicht G, das zweckmäßig etwa 2 kg beträgt.

Die Handhabung dieser Thienemannschen Flasche ist dieselbe wie die der Meyerschen. Die Vorteile bestehen darin, daß man auf größeren Ausflügen nicht ständig eine Flasche mit sich herumschleppen muß, sondern eine solche an Ort und Stelle in beliebiger Form auftreiben kann, vorausgesetzt, daß es sich um bewohnte Gebiete handelt. Die Vorrichtung ist zudem nach Thienemann sehr haltbar, billig und leicht in mehreren Ersatzstücken zu haben.

Eine andere Form der Schöpfflasche hat C. L. Lüttgens im Jahrgang 1913/14 des „Mikrokosmos" beschrieben. Er empfiehlt sie namentlich zur Entnahme von Wasserproben, die noch auf ihren Organismengehalt untersucht werden sollen. Es ist

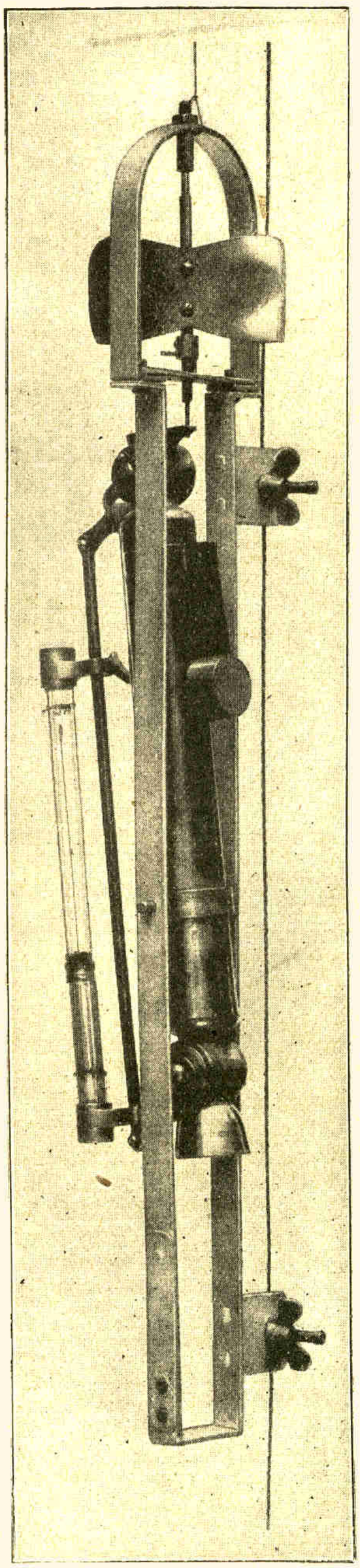
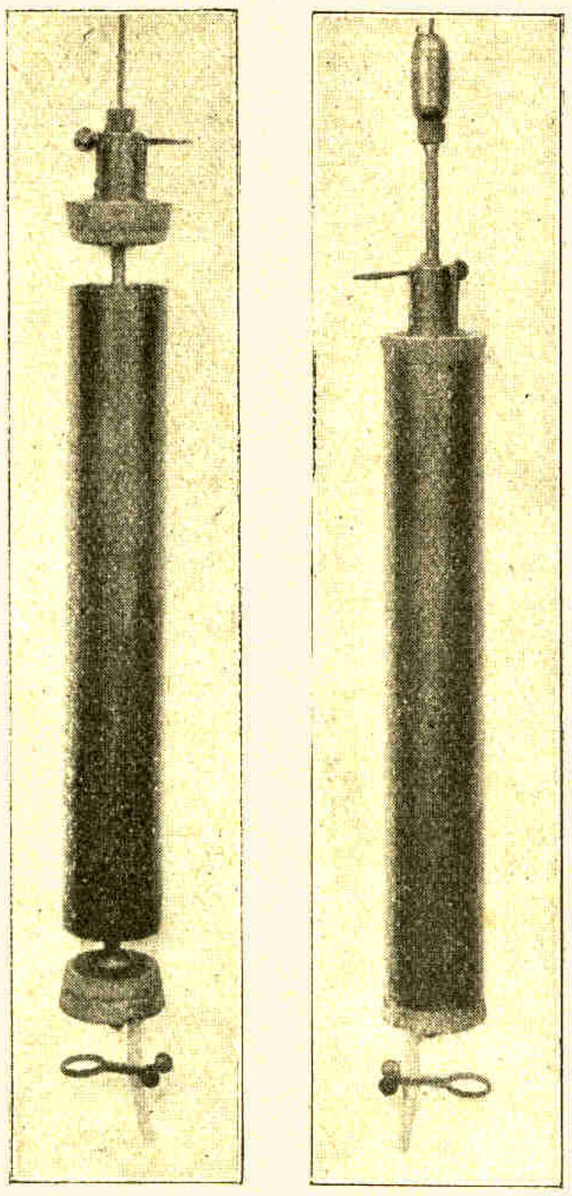


Abb. 42. Richardscher Wasserschöpfer.

leicht einzusehen, daß die Meyersche Stöpselflasche nicht ganz einwandfrei arbeitet; sie kommt ja offen herauf, und so ist immerhin die Möglichkeit da, daß dabei Lebewesen in die Flasche geraten, die der

Schöpfstelle fremd sind. Dies hat Lüttgens bewogen, seinen Wasserschöpfer zusammenzustellen. Wie aus der beigefügten Abb. 40 ersichtlich ist, besteht die Vorrichtung aus einem flaschenförmigen Metall- oder Glasgefäß mit einem darin befindlichen kugeligen



a b

Abb. 43 a und b. Die abgeänderte Schöpfflasche Kemmerers. a geöffnet, b geschlossen. (Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

Kork, der so groß ist, daß er den Flaschenhals verschließen kann, ohne durchzutreten. Am Boden des Gefäßes ist ein Tragring zum Befestigen der Senkleine angekittet. Ein zweiter Metallring ist am Flaschenhals angekittet; er dient zum Anknüpfen der Hebeleine und des Senkgewichtes in der Anordnung der Abb. 40. Über die Anwendung schreibt Lüttgens folgendes: „Angenommen, es soll von einer Brücke aus eine Wasserprobe aus 5 m Tiefe entnommen werden, das Brückengeländer befindet sich 2 m über dem Wasserspiegel. Ich mache die Hebeleine 7 m (5 m und 2 m) lang, befestige das freie Ende am Geländer und werfe die Leine ins Wasser hinein. Dann lasse ich die vom Lot mit der Öffnung nach unten gezogene Flasche langsam mit der Senkleine ins Wasser hinab. Strafft sich darauf die Hebeleine, ist also die Tiefe von 5 m erreicht, so gebe ich von der Senkleine noch etwas nach. Dadurch dreht sich die Flasche um, so daß die Öffnung nach oben zeigt. Die Luft kann jetzt aus der Flasche entweichen, dafür dringt Wasser in die Flasche ein. Steigen keine Luftblasen mehr auf, ist also die Flasche gefüllt, so ziehe ich sie an der Hebeleine herauf. Der auf der Wasserprobe schwimmende, gegen die Öffnung gedrückte Kork verhindert, daß beim Heraufziehen noch Wasser oder Organismen eindringen."

Nun gibt es eine Anzahl besonders gebauter Wasserschöpfer, die mit weit größerer Genauigkeit arbeiten und sich auch für bedeutendere, ja große Tiefen verwenden lassen. An erster Stelle möchte ich hier einen von Friedinger gebauten Wasserschöpfer erwähnen (Abb. 41). Er ist verhältnismäßig billig, arbeitet sehr gut und kann in zwei Größen, nämlich von 1 Liter und 2 Liter bezogen werden. Ein in einem Traggestell befestigter Zylinder kann durch zwei zwangsläufig verbundene Deckel völlig luftdicht geschlossen werden. Bei der einlitrigen Vorlage wird die Verschlußvorrichtung durch ein am Aufhängekabel heruntergleitendes Fallgewicht zum Zusammenklappen gebracht; bei der zweilitrigen Vorlage geschieht dies durch einen raschen Ruck an der Tragleine. Ein Hahn in der Mitte des untern Deckels ermöglicht das leichte und einwandfreie Entleeren des Schöpfzylinders.

Eine viel verwendete Form des Wasserschöpfers ist der sog. Richardsche (Abb. 42). Er besteht aus einer 300 ccm fassenden Metallröhre, die an

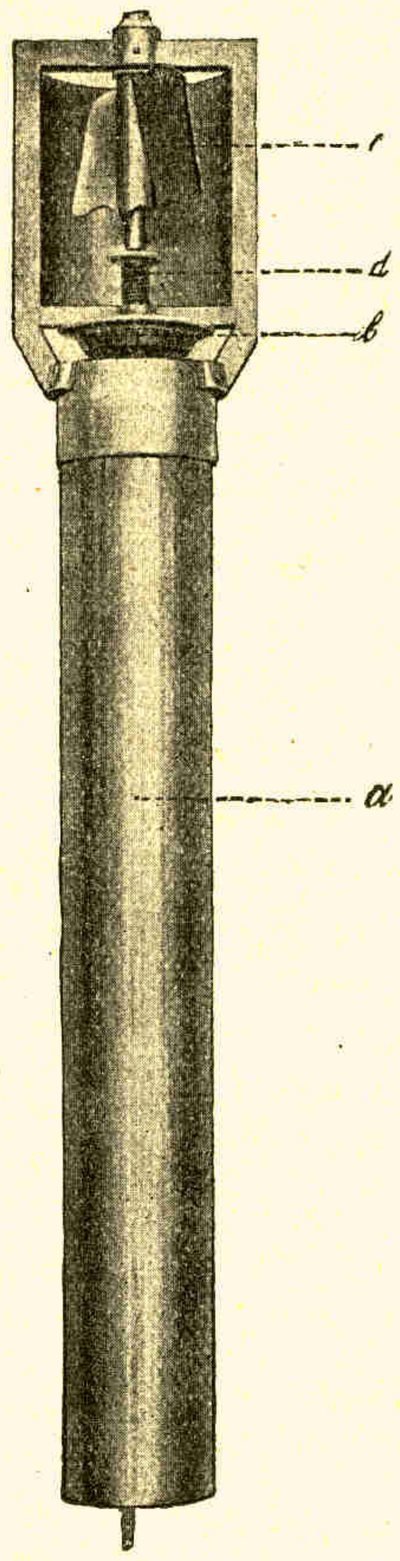
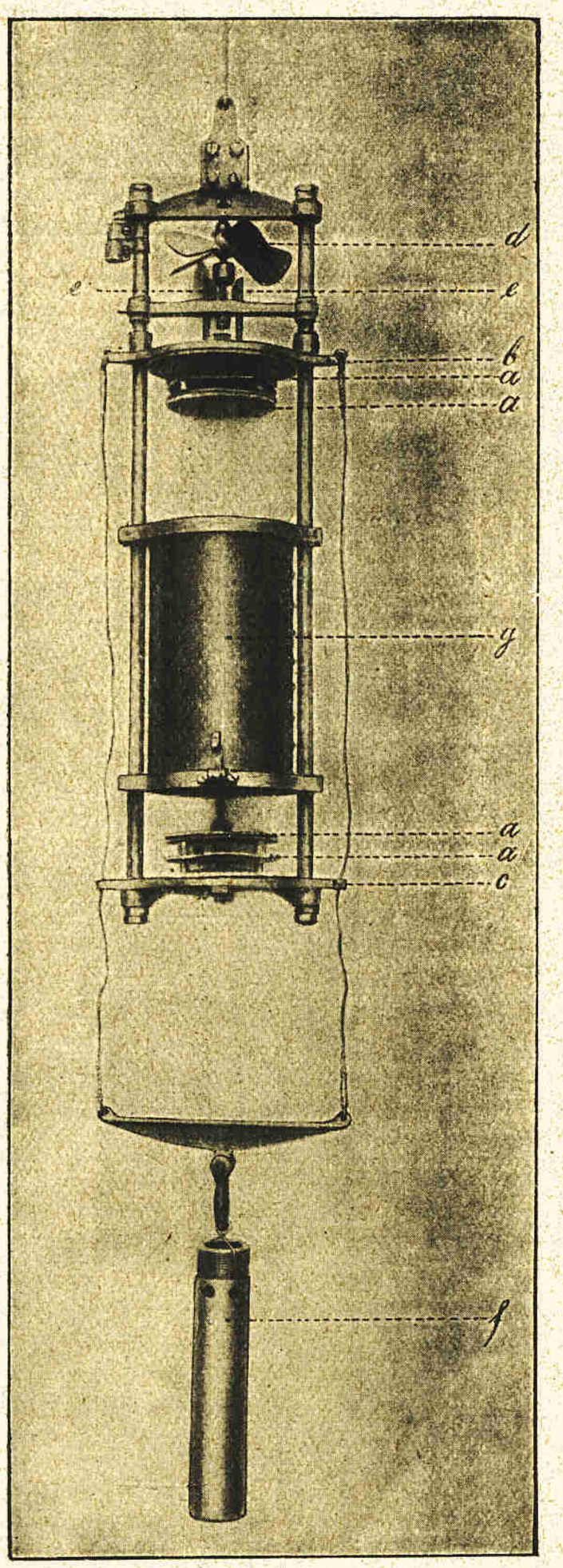


Abb. 44. Sigsbeescher Tiefsee-Wasserschöpfer. (Nach Chun.)

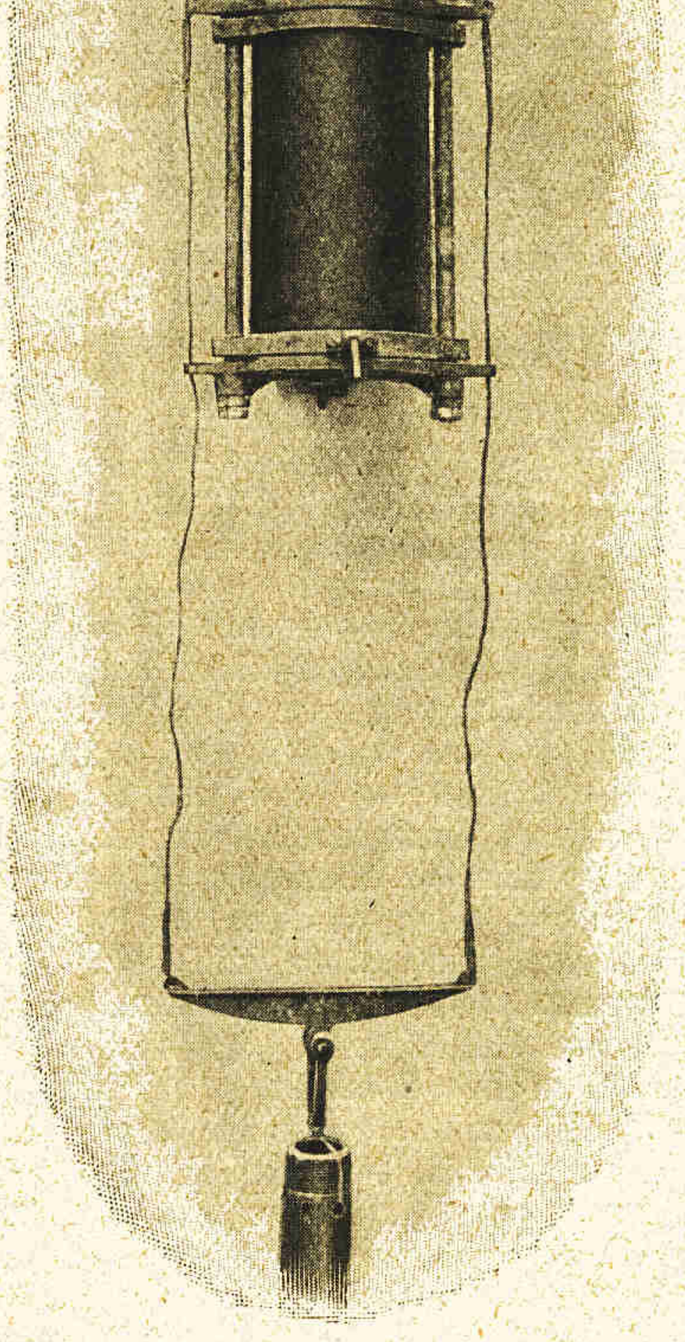
a Messingrohr: zwei Klappen, die miteinander durch eine Stange verbunden sind (nur die obere b ist sichtbar) verschließen das Rohr oben und unten, sobald durch die Flügelschraube (c) die Schraube (d) gelöst wird. (Aus Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

beiden Enden durch gekuppelte Hähne geschlossen werden kann. Ein viereckiger Rahmen, der an einem Stahldrahtseil aufgehängt ist, dient als Träger für die Fassungsröhre. Die Vorrichtung wird offen versenkt, d. h. so, daß das Wasser durch das Rohr

strömen kann. Ist sie in der gewünschten Tiefe angelangt, und soll sie wieder hochgeholt werden, so löst die oben sichtbare Treibschraube die Kippvorrichtung aus. Die Treibschraube beginnt sich nämlich beim Aufziehen derart zu drehen, daß ein Schraubengewinde, das den Schöpfzylinder hält, gelöst wird. Dadurch wird der Zylinder frei, kippt um 180° um und wird durch die gekuppelten Hähne verschlossen. Das Gerät eignet sich namentlich auch zur Entnahme von Schöpfproben aus größeren Tiefen auf dem Meere.



A



B

Abb. 45. Petterssons abdichtender Wasserschöpfer beim Herablassen. Er besteht aus mehreren ineinandergeschobenen Röhren; nur aus der innersten wird die Wasserprobe entnommen; die andern dienen zum Abdichten. (a) Gummiplatten, welche am Deckel (b) und Boden (c) befestigt sind und die Röhren schließen. (d) Flügelschraube, welche die Haken (e) so weit öffnet, daß der obere Deckel (b) durch das Gewicht (f) auf die Röhre (g) fällt und nun diese auf den untern Abschluß (c) rutscht und die Vorrichtnng geschlossen wird. Die Flügelschraube (d) setzt sich erst beim Aufholen in Bewegung. — B Dasselbe Gerät beim Aufholen. (Aus Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

Eine sehr einfache Form der Schöpfflasche hat Birge[1] geschrieben; er nennt sie abgeänderte Kemmerer Schöpfflasche (Abb. 43a u. b). Sie besteht aus einem Messingrohr von 42 cm Länge, 6,5 cm Weite und ungefähr 1400 ccm Inhalt. Die Enden werden durch Kautschukstöpsel verschlossen, die durch 2 Messingscheiben (eine innen, die andere außen) zusammengeschraubt werden können, so daß die Stöpsel sich genau auf die nötige Weite einpassen lassen. Dem oberen Stöpsel ist ein kurzes schweres Messingrohr aufgesetzt, damit er mehr Gewicht erhält und der Verschluß und die Auslösevorrichtung sicherer arbeitet. Sowohl durch den obern als den untern Stöpsel führt ein außen vorragendes Röhrchen, dem ein kurzes Stück Kautschukschlauch

[1] Siehe Anmerk. 3, Seite 47.

angesetzt ist. Dieses wird durch eine Klemmfeder geschlossen; durch Öffnen des untern und obern kann das geschöpfte Wasser unten leicht abgelassen werden. Durch das Innere des Hauptrohres geht eine kleine 56 cm lange Röhre, an der alle

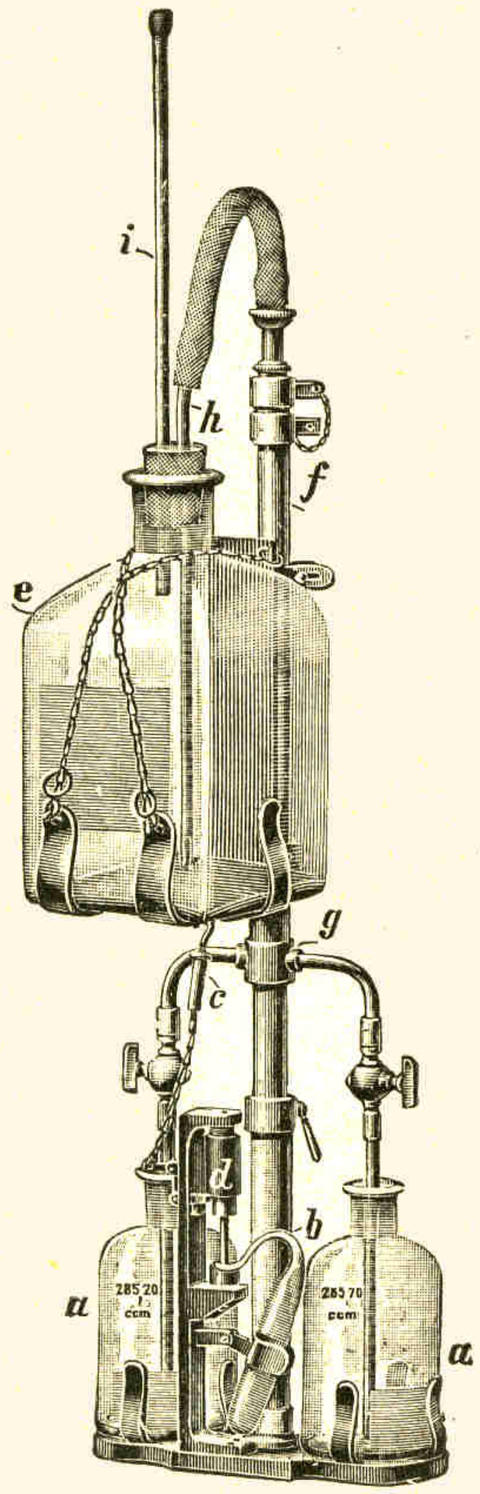


Abb. 46. Kleiner Wasserschöpfer nach Spitta und Imhoff.

beweglichen Teile des Gerätes gleiten; die Aufhängeleine geht durch diese und ist unten geknotet. Wenn die Flasche zum Versenken geöffnet wird, wird der obere Stöpsel durch 2 kleine Bolzen gehalten, die durch Federn in eine kleine Grube nahe dem obern Ende des innern Gleitrohres gepreßt werden. Das Hauptrohr wird durch 2 radähnliche Führungsscheiben eingemittet; 2 Bolzen halten auch hier das geöffnete Rohr fest; sie sind an den radähnlichen Führungsringen festgemacht. Ein Fallgewicht bringt das Gerät zum Schließen.

Weitere Formen von Wasserschöpfern sind derjenige von Sigsbee[1] (Abb. 44), der in etwas abgeänderter Form auch zum Schöpfen von Proben für bakteriologischen Untersuchungen benutzt wird. Ältere Vorlagen sind die von Meyer, die des „Travailleur", die von Mill[2] und die von Buchanan[3]. Der letztere wurde auf der Challengerfahrt mit gutem Erfolg gebraucht (vgl. auch Krümmel, Handbuch der Ozeanographie. 2. Aufl. Bd. 1. S. 326).

Ekmann, Pettersson (Abb. 45) und Nansen haben, einer den andern verbessernd, einen Schöpfer gefunden, der sich namentlich für größere Tiefen eignet und Proben schöpft, die für Gasbestimmungen einwandfrei sind (s. Abb. 45).[1]

Der Schöpfer besteht aus einer Anzahl ineinander gefügter Messing- oder Hartgummizylinder. Das im innersten Zylinder vorhandene Wasser ist für die Untersuchung bestimmt und wird beim Hochziehen durch die äußern Zylinder und das in ihnen enthaltene Wasser abgeschützt.[2]

Auch Krümmel hat eine besondere Form in Anwendung gebracht. Sie ist neuerdings von Ruppin[3,4] etwas abgeändert worden.

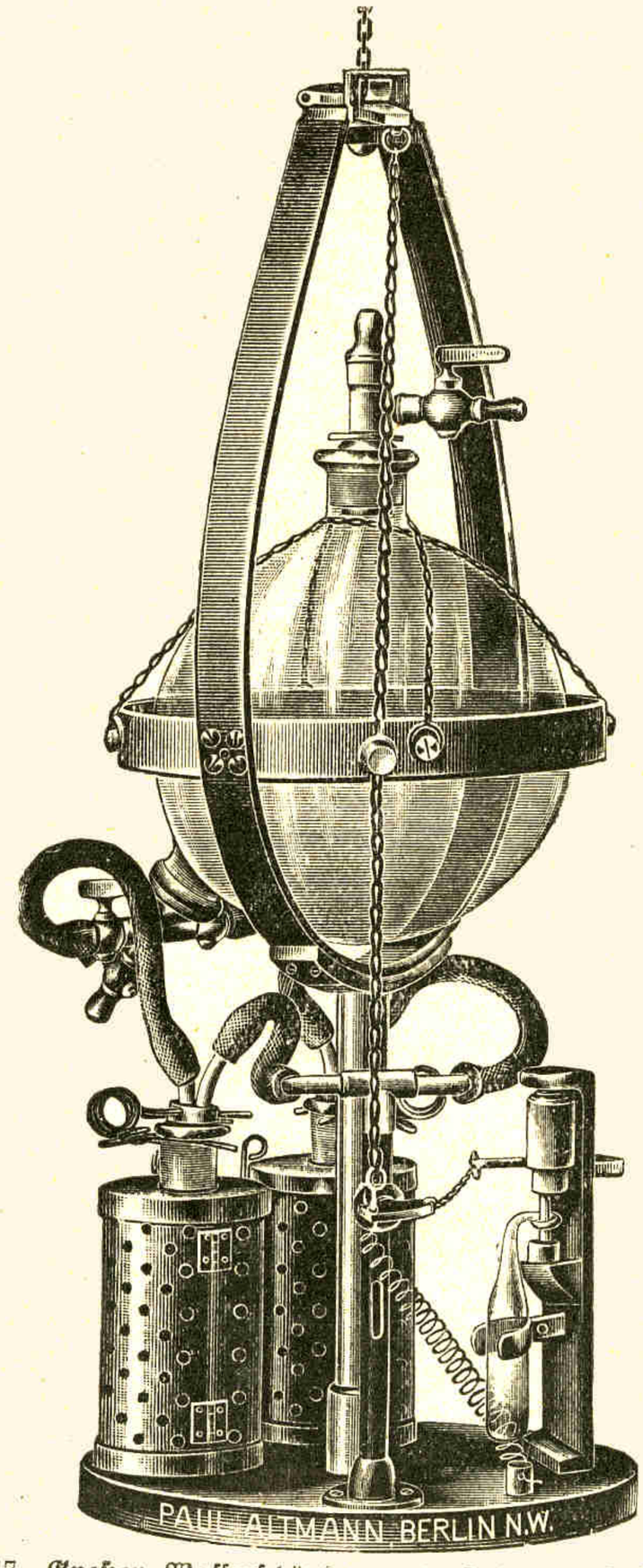


Abb. 47. Großer Wasserschöpfer nach Spitta und Imhoff.

Von diesen letzterwähnten Wasserschöpfern können auch mehrere an demselben Stahldrahtseil überein-

[1] Zu beziehen von C. Bamberg in Berlin.

[2] Zu beziehen von L. M. Ericsson & Co., Actiebolaget, Stockholm N. Einen dem Nansenschen ähnlichen Schöpfer liefert Zwickert in Kiel.

[3] Eine gute Zusammenstellung dieser älteren Wasserschöpfer findet der Leser bei Thoulet, Océanographie. Paris. 1890.

[1] Vergleiche damit die Erfahrungen der Deutschen Südpolar-Expedition [siehe bei Drygalski (Lit. S. 27) Seite 613 u. ff.]

[2] Vergleiche auch die sehr gute Zusammenstellung verschiedener Schöpfflaschen bei Helland-Hansen (Anmerk. S. 33). Dort auch Beschreibung und Abb. der Ekmannschen und Knudsenschen automatischen, der der Krümmelschen Schöpfflasche und jener des Zentrallaboratoriums für Meeresforschung u. a.

[3] Ruppin, E., Die hydrographisch-chemischen Methoden. Wiss. Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. 14. Abt. Kiel. 1912.

[4] Bei C. Richter in Berlin oder bei A. Zwickert in Kiel zu haben.

ander angebracht werden. In diesem Fall hat man aber Formen mit Propellerauslösung zu wählen, da ja ein Fallgewicht nur den obersten treffen würde.

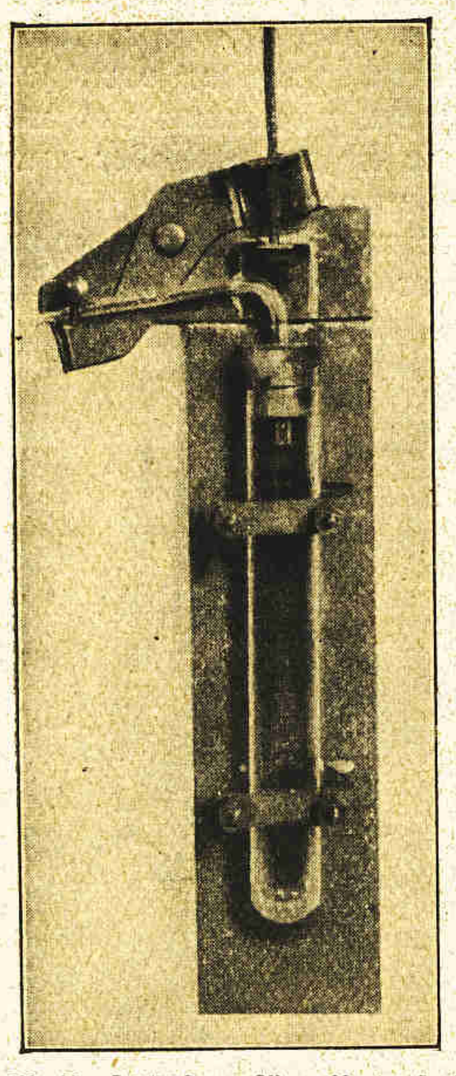


Abb. 48. Wasserschöpfer für Untersuchungen auf Bakterien nach Birge.
(Nach einer gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographie.)

Für hygienische Wasseruntersuchungen sind noch eine ganze Anzahl von Wasserschöpfern verschiedenster Form gebaut und beschrieben worden, so der von

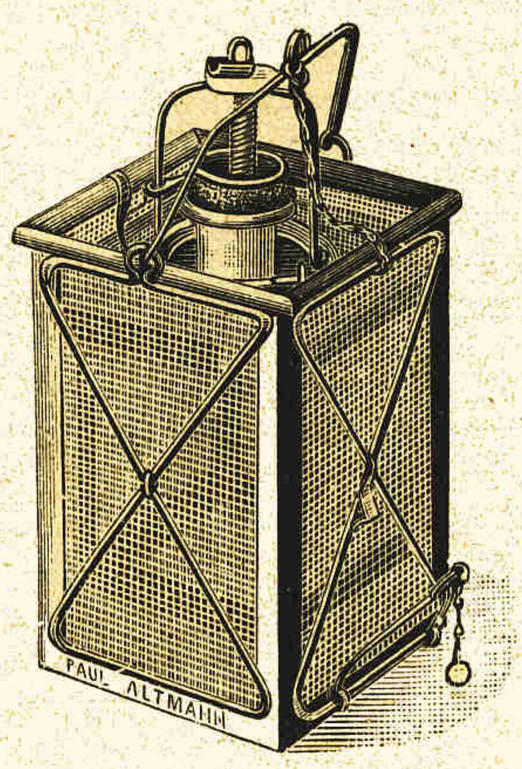


Abb. 49. Wasserentnahmeapparat, nach Heyroth.

Heyroth (Abb. 49).[1] Hier steckt die eigentliche Schöpfflasche in einem Drahtkorb mit Bleiboden. Der Flaschenhals ist durch einen Klappenverschluß geschlossen. Durch Ziehen an einer Leine kann er geöffnet werden.

Spitta und Imhoff[1] haben einen größern und einen kleinern Wasserschöpfer gebaut, mit denen sich gleich mehrere Proben, z. B. eine für die chemische, eine zweite für die bakteriologische und eine dritte für die Untersuchung auf Sauerstoff schöpfen lassen (vgl. Abb. 46 u. 47).

Als sehr bequeme Form eines Wasserschöpfers für bakterielle Untersuchungen sei schließlich noch eine neueste Vorlage von Birge[2] aufgeführt (Abb. 48). Sie geht auf ein Gerät von Dr. H. L. Russel zurück und besteht aus einer schweren (mindestens so schwer, daß die Schwimmkraft des luftleer gemachten Schöpfgefäßes überwunden wird!) Messingplatte von 30 cm auf 7 cm. Das Schöpfgefäß wird mit einem Kautschukrohr geschützt und mit Schrauben nach Art der Abb. 48 festgemacht. Das Einflußröhrchen führt durch einen Kautschukpfropf; sein zugeschmolzenes Ende liegt zwischen zwei metallenen Kinnbacken. Ein aufschlagendes Fallgewicht schließt diese und schlägt gleichzeitig die Spitze des Röhrchens ab, worauf das Wasser in genügender Menge in das luftleer gemachte Schöpfgefäß eindringt (nach Birge genügt schon eine schwache Entleerung, um für bakterielle Untersuchungen genügend Wasser hochzubringen). Das Gerät ist bis auf 25 m Tiefe angewendet worden.

Auch Pumpen können zur Wasserentnahme benutzt werden. So haben z. B. Steinmann u. Surbeck eine kleine Handpumpe gebraucht, um die Wasserproben zu Sauerstoffbestimmung zu schöpfen. Doch sind Pumpen zum Wasserschöpfen für chemische Untersuchungen nur mit Vorsicht und einem gewissen Vorbehalt zu verwenden. Gar leicht wird durch ein entsprechendes Vakuum der im Wasser gelöste Gehalt an Gasen verändert, indem diese ins Vakuum entgleiten.

[1] Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 8, S. 381.

[1] Mitteilungen aus der K. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung, Jahrg. 1906. Heft 6, S. 75.

[2] Siehe Anmerk. 3, Seite 47.

Für die meisten chemischen Analysen mögen zwei Liter Wasser genügen, ja auch bedeutend weniger, wenn es sich nur darum handelt, einzelne Stoffe zu untersuchen. Wenn allerdings auch solche Stoffe, die nur in sehr geringen Mengen im Wasser vorhanden sind, quantitativ bestimmt werden sollen, müssen mehr als 2 Liter geschöpft werden, ja 50 und mehr Liter.

Jede Probeentnahme zu chemischer Analyse hat mit größter Sorgfalt zu geschehen, dies gilt namentlich auch vom Füllen von Sammel- und Versandflaschen. Diese sind sehr gut zu reinigen. Nach Emmerling hat dies zuerst mit einer Sodalösung, dann mit Salzsäure unter allfälliger Anwendung von Bürsten zu geschehen. Zuletzt muß mit reinem Wasser gründlich ausgespült werden, und dann ist die Flasche zu trocknen. Zum Verschließen eignen sich Glasstöpsel am besten; mangels solcher können auch gut ausgekochte Korkstöpsel benutzt werden; aber die erstern sind jedenfalls vorzuziehen.[1]

Beim Füllen der Flaschen ist angebracht, diese mehrmals mit demselben Wasser auszuspülen, mit dem sie gefüllt werden sollen. Auch sollen alle Gefäße so gefüllt werden, daß nur ein ganz geringer Luftraum übrig bleibt.

Die Beschriftung der Flaschen hat sofort zu erfolgen und soll alles Notwendige enthalten. Zum Versand mehrerer solcher Sammelflaschen hat das Geschäftshaus Paul Altmann in Berlin besondere, mit Filz ausgefütterte Kasten in den Handel gebracht.

Von den vielen Fragen bezüglich der chemischen Wasserzusammensetzung mögen für den Hydrobiologen die nach dem Salz- und Sauerstoffgehalt, allfällig auch die nach vorhandenem Schwefelwasserstoff an erster Stelle stehen. Es mag deshalb angebracht sein, hier je eines der üblichen Verfahren zur Bestimmung dieser Stoffe im Wasser aufzuführen.

Die Untersuchung des Wassers auf den Salzgehalt.

Namentlich der an der Meeresküste lebende Hydrobiologe wird sich oft vor die Frage nach dem Salzgehalt eines zu untersuchenden Gewässers oder Gewässerteiles gestellt sehen. Die Bestimmung desselben ist durchaus nicht schwierig; sie verlangt nur genaues Arbeiten. Dies gilt schon für das Schöpfen der Proben. Die Gefäße, die dazu benutzt werden, sind peinlichst sauber zu halten. Man kann dazu nicht Eimer benutzen, in denen z. B. vorher Meerwasserreste ausgetrocknet sind und die deshalb mit einer Salzkruste überzogen sind. Das würde ein ganz falsches Ergebnis liefern. Also auch hier erst peinlichste Sauberkeit. Man spüle solche Gefäße nach Gebrauch mit destilliertem Wasser gut aus und lasse sie trocknen. Das gilt natürlich auch für die weiter oben beschriebenen und aufgeführten Wasserschöpfer für größere Tiefen. Nie dürfen bei einwandfreiem Arbeiten an all diesen Geräten die kleinsten Salzkrusten haften bleiben.

Das Bestimmen des Salzgehaltes geschieht heute hauptsächlich auf zwei verschiedenen Wegen, nämlich:

1. Mit Hilfe von Aräometern durch Bestimmung des spez. Gewichtes;
2. durch Bestimmen des Chlorgehaltes auf chemischem Wege.

Aräometer zum Bestimmen des Salzgehaltes sind leicht zu bekommen;[1] es gibt davon verschiedene Formen; welche Form gebraucht wurde, ist zweckmäßig immer zu bemerken. Aräometer liefern nur bei sehr sorgsamer Behandlung gute Ergebnisse. Ihre Anwendung hat Krümmel sehr gut dargestellt.[2]

Kundsen hat Zahlentafeln aufgestellt, mit deren Hilfe es sehr leicht möglich ist, aus dem spez. Gewicht von Meerwasser, das wir ja durch die Aräometermessung erhalten, den entsprechenden Salzgehalt oder Chlorgehalt sofort zu finden.[3]

Verfahren zur Bestimmung des gelösten Sauerstoffes im Wasser.

Der Sauerstoffgehalt eines Gewässers ist eine der wichtigsten chemischen Wirkungsgrößen für das Verhalten seiner Lebewelt. Ihm kommt auch eine Hauptrolle zu für die Beurteilung von Gebrauchs- und Abwässern.

Am verbreitetsten ist das Bestimmungsverfahren nach Winkler. Es soll hier kurz dargestellt werden; ich halte mich dabei hauptsächlich an die diesbezüglichen Angaben von Emmerling. Manganoxydul hat die Eigenschaft, begierig Sauerstoff aufzunehmen und in Oxyd überzugehen. Diese Eigenschaft wird hier benutzt. Das Oxyd, in Salzsäure gelöst, verwandelt sich wieder in Oxydulsalz, wobei Chlor frei wird. Dieses freie Chlor kann leicht gemessen werden an der Menge Jod, das es aus Kaliumjodid frei macht. Die Gesamtreaktion ist nach Emmerling folgende:

$$2\,Mn\,Cl_2 + 4\,Na\,OH = 4\,Na\,Cl + 2\,Mn\,(OH)_2$$
$$2\,Mn\,(OH)_2 + O + H_2O = 2\,Mn\,(OH)_3$$
$$2\,Mn\,(OH)_3 + 6\,ClH = 2\,Mn\,Cl_2 + 6\,H_2O + Cl_2$$
$$Cl_2 + 2\,KJ = 2\,K\,Cl + J_2$$

2 J entsprechen also einem Atom Sauerstoff, 1 J also ½ O oder in Zahlen: 126 g Jod entsprechen 8 g Sauerstoff. Das Jod

---

[1] Vergl. auch Helland-Hansen, Anmerk. S. 33.

[1] Z. B. bei Ludwig Steger in Kiel, wo auch die passenden Messingzylinder und Wasserthermometer erhältlich sind oder bei C. Richter, Berlin.

[2] Allgemeine Meeresforschung, in: Neumayr, Anleitung zu wissenschaftl. Beobachtungen auf Reisen. Hannover. 1906. Bd. 1, S. 575.

[3] Kundsen, Hydrographische Tabellen. Kopenhagen und Hamburg. 1901. (Nachtrag 1904.)

wird mit Thiosulfat bestimmt und zwar mit $^1/_{10}$ normalem. Jeder Kubikzentimeter desselben entspricht aber bei 0° und 760 mm Druck = 0,699 Kubikzentimeter. Ein ccm $^1/_{10}$ Thiosulfatlösung zeigt also 0,8 g oder = 0,559 ccm Sauerstoff an.

Die Ausführung der Bestimmung ist nach Emmerling folgende: Die Probeentnahme hat mit größter Sorgfalt zu geschehen; das Sammelgefäß muß so gefüllt werden, daß keine Luftblasen sich bilden und das Wasser ohne solche einfließt. Die Gefäße müssen völlig gefüllt sein; ihr Inhalt soll ganz genau bekannt sein und ungefähr 250 ccm betragen. Die Flasche ist sofort nach dem Füllen zu verschließen und natürlich auch sorgsam verschlossen zu halten. Das Geschäftshaus Paul Altmann liefert eine sehr geeignete Form dieser Flaschen (vgl. Abb. 50) mit einer federnden Verschlußklammer. Zur Untersuchung[1] öffnet man sorgfältig den Stöpsel

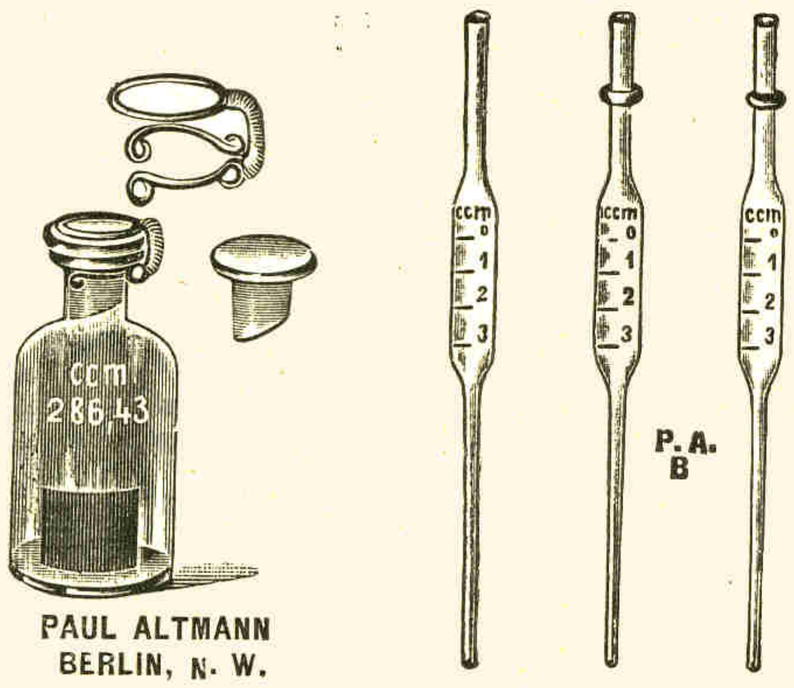


Abb. 50. Glas und Pipetten zur Sauerstoffbestimmung. (Nach Emmerling.)

und läßt aus einer Pipette mit langem Rohr (vgl. Abb. 50) genau 3 ccm jodkaliumhaltige Natriumlauge[2] langsam auf den Boden der Flasche ausfließen, ohne daß sie sich mit dem Wasser mischt. Auf dieselbe Art wird mit einer zweiten Pipette 3 ccm Manganchlorid zugesetzt, dann die Flasche wieder geschlossen und gehörig umgeschüttelt. Die infolge des Zusatzes ausgelaufenen 6 ccm Wasser sind nachher bei der Berechnung vom Inhalt der Flasche abzuziehen. In der Flasche setzt sich nun ein dunkler Niederschlag ab; ist dies geschehen, so läßt man 5 ccm konzentrierte Salzsäure zufließen, schließt wieder, schüttelt und gießt hierauf den ganzen Flascheninhalt in ein größeres Becherglas und spült mit destilliertem Wasser nach. Die Luft hat jetzt keinen Einfluß mehr. Hierauf wird eine Stärkelösung beigegeben und dann mit $^1/_{10}$ Thiosulfatlösung titriert, bis die blaue Farbe verschwunden ist.

Zum weitern bessern Verständnis geben wir hier noch ein Berechnungsbeispiel, das ebenfalls Emmerlings Praktikum entnommen ist.

Der Inhalt der Flasche, deren Wasser auf Sauerstoff zu bestimmen ist, betrage 262,5 g. Da 6 ccm Wasser verdrängt werden, kommen 256,5 ccm zur Berechnung. Es wurden 2,3 ccm Thiosulfatlösung verbraucht. Diese entsprechen $2{,}3 \times 0{,}8 = 1{,}84$ mg Sauerstoff. Im Liter waren also enthalten:

$$\frac{1{,}84 \;.\; 1000}{256{,}5} = 7{,}1 \text{ mg oder}$$

$$\frac{2{,}3 \times 0{,}559 \times 1000}{256{,}5} = 5{,}01 \text{ ccm Sauerstoff.}$$

Zum Schlusse sei noch bemerkt, daß das Winklersche Verfahren bei Anwesenheit von viel organischen Stoffen, wie z. B. bei Abwässern, einer Berichtigung bedarf. Für das Nähere darüber verweisen wir auf Emmerling S. 79.

Der Nachweis von Schwefelwasserstoff im Wasser.

Soll nur der Nachweis des Vorhandenseins von Schwefelwasserstoff in Wasser erbracht werden ohne Rücksicht auf dessen Menge, genügt nach Emmerling folgendes Verfahren: Etwa 200 ccm des zu untersuchenden Wassers werden in einem Glaskolben nach Zusatz einiger Kubikzentimeter verdünnter Schwefelsäure auf 50 bis 60° C erhitzt. In den Hals des Kolbens wird ein Streifen Filtrierpapier, das mit alkalischer Bleilösung getränkt ist, gehängt. Ist Schwefelwasserstoff vorhanden, so färbt sich der Streifen bald braun bis schwarz. Weitere Verfahren, auch quantitative, findet der Leser an der erwähnten Stelle.

Der Nachweis von Ammoniak im Wasser.

Fast alle natürlichen Wässer enthalten in größeren oder kleineren Mengen Ammoniak; Moorgewässer und Gewässer mit viel organischen Stoffen oft recht beträchtliche Mengen. Zum einfachen Nachweis desselben fügt man nach Emmerling zu dem in einem Reagenzglas befindlichen Wasser einige Tropfen Natronlauge und Natriumkarbonat, schüttelt um und wartet, bis ein entstehender Niederschlag sich abgesetzt hat. Dann gießt man vom klar gebliebenen Teil der Flüssigkeit etwas in ein zweites Reagenz-

[1] Diese hat an Ort und Stelle sofort zu erfolgen.

[2] Sogen. reines, jodsäurefreies Kaliumjodid wird in 100 ccm einer 33%igen Natronlauge gelöst, welche möglichst frei von Kohlensäure ist. In gutschließenden, braunen Glasflaschen mit Kautschukstöpseln aufzubewahren!

glas und versetzt mit einigen Tropfen Neßler-schen Reagens.[1]

Tritt Gelbfärbung ein, so ist wenig, bei Rotfärbung aber viel Ammoniak vorhanden. Dies allerdings unter Voraussetzung, daß kein Schwefelwasserstoff vorhanden ist. Ist allfällig die Färbung durch letzteren verursacht, so bleibt sie bei Zusatz von verdünnter Schwefelsäure im Überschuß bestehen, während die durch Ammoniak hervorgerufene verschwindet.

Bei gewöhnlichen Wässern deutet die Reaktion nach Emmerling sicher auf Ammoniak, bei Abwässern können allfällig vorhandene basische Körper ähnliche Erscheinungen hervorrufen, weshalb die Anwendung hier nur unter Vorbehalt geschehen kann.

Der uns hier zur Verfügung stehende Raum gestattet nicht, weitere Untersuchungsverfahren darzustellen. Wir müssen den Leser deshalb auf die entsprechenden Lehr- und Handbücher verweisen und können nicht dringend genug die Wichtigkeit derartiger Forschungen für das Verständnis des Lebensgeschehens im Wasser betonen. Eine Liste von Schriften soll auch hier ein Weitergehen ermöglichen.

Birge & Juday, The Inland lakes of Wisconsin. (The dissolved Gases of the Water and their Biological Significance.) Natural History Survey. Bulletin Nr. 22. Scientific Series Nr. 7. Madison. 1911.

Emmerling, Praktikum der Wasseruntersuchung. Bornträger. Berlin . 1914.

Klut, H., Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Springer. Berlin. 1908.

Spitta & Ohlmüller, Die Untersuchung und Beurteilung des Wassers und Abwassers. 3. Aufl. 1910.

Tiemann-Gärtner, Handbuch der Wasseranalyse. 1895.

In diesen Büchern wird man ein weiteres Schrifttum angeführt finden. Man vergleiche übrigens auch die Angaben S. 141 und Knauthe Seite 27.

[1] 50 g Kaliumjodid werden in etwa 50 ccm heißen Wassers gelöst und so lange mit einer heißen konzentrierten Lösung von Quecksilberchlorid versetzt, bis der entstandene rote Niederschlag aufhört sich zu lösen. Dann wird filtriert und nachher die Flüssigkeit mit 300 ccm einer 50%igen Kaliumhydratlösung vermischt. Dann wird auf einen Liter verdünnt, eine kleine Menge Quecksilberchloridlösung zugefügt und nach einiger Zeit die klare Flüssigkeit abgezogen. (Emmerling.)

3. Hauptteil.

Verfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt eines Gewässers.

Vorbemerkungen.

Die Gewässerformen sind höchst verschiedenartig; denken wir uns das Meer mit seinen Tiefseegründen und der Unendlichkeit seiner Fläche neben einem unserer Seen oder einem Teiche von geringer Ausdehnung und geringer Tiefe, so wird jeder leicht einsehen, daß die Untersuchungsverfahren hier wie dort verschieden sein müssen.

Unsere Kleingewässer sind jedem zugänglich; auch die Küste ist es; dagegen wird der einzelne selten in der Lage sein, die Lebewelt der großen und größten Meerestiefen und der weiten Meeresflächen untersuchen zu können, weil dazu ein eigener Dampfer und eine teure Ausrüstung nötig sind. Sind dabei die Hilfsmittel und die Verfahren im Kern auch dieselben, so ist eben auf dem Meere doch alles ins Große übersetzt. Dem Handhaspel auf unsern Seen entspricht dort die Dampfwinde, den feinen Drahtleinen entsprechen kräftige, mächtige Drahtseile, den kleinen Netzformen, die sich von Hand bedienen lassen, gewaltige Schließ- und Schleppnetze, unsern kleinen Dredschen und Reusen schwere, nur mit Maschinen zu bedienende Geräte, von denen ein einziges Tausende von Mark kosten kann. So können Forschungsfahrten zur Ergründung des Lebens und der Lebewelt der Hoch- und Tiefsee meist nur von Gemeinwesen, von Staaten ausgeführt werden. Die erste derartige Untersuchungsfahrt war die des kleinen englischen Wachtschiffes „Lightning" im Jahre 1868 unter Führung von Wyville Thomson und Carpenter. Damit wurde die Reihe jener großen Forschungsfahrten zur Ergründung des Meeres eröffnet, die der Wissenschaft einen ganz ungeheuren Gewinn brachten. Wir wollen hier eine Liste der wichtigsten dieser Fahrten aufführen und dem Leser empfehlen, sich die Berichte einer oder mehrerer derselben wenigstens teilweise in einer öffentlichen Bücherei anzusehen; er kann da viel Anregung schöpfen.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition. Herausgeg. von Chun, Brauer u. Apstein. Jena. Fischer. (Seit 1902, noch nicht abgeschlossen.)

Ergebnisse der Planktonexpedition der

Humboldtstiftung. Herausgeg. von V. Hensen. Kiel und Leipzig. Lipsius u. Fischer. (Seit 1895—1911 abgeschlossen.)
Deutsche Südpolar-Expedition (1901 bis 1903). Herausgeg. von E. v. Drygalski. (Seit 1904.) Berlin. Reimer.
Fauna arctica. Zusammenstellung der arkt. Tierformen mit bes. Berücksichtigung des Spitzbergengebietes auf Grund der Ergebnisse der deutschen Exped. in dem nördlichen Eismeer. Herausgeg. von Römer & Schaudinn. Jena. G. Fischer. (Seit 1900.)
Report of the Challenger-Expedition. Eyre u. Spottiswode, London (vollständig).
Résultats scientifiques de l'expédition polaire Russe en 1900—1903, sous la direction du Baron Toll. Voss Sortiment Leipzig. (Seit 1905.)
Siboga-Expeditie. Résultats zoolog. etc. entreprises aux Indes néerlandaises orientales en 1899—1900. Brill. Leiden. (Abgeschlossen.)
Résultats du voyage du S. Y. Belgica. En 1897—99. Buschmann. Antwerpen. [1]

Ich habe schon weiter oben bemerkt, daß wir hier die Untersuchungsverfahren, die für solche Forschungsfahrten in Betracht kommen, nicht darstellen können. Jede dieser Fahrten hat zudem vielfach neue Hilfsmittel benutzt und ist anders vorgegangen wie ihre Vorgänger, so daß eine derartige Darstellung sehr breit ausfallen müßte. Leser, die in dieser Richtung gerne weiter gehen würden, können nichts Besseres tun, als die Forschungsberichte dieser Fahrten durchsehen. Wo sich uns Gelegenheit bietet, werden wir auf Geräte und Verfahren, die auf diesen Fahrten benutzt wurden, hinweisen.

Manches läßt sich ja auch an der Küste oder in unseren Seen und Kleingewässern auf dieselbe Art anwenden oder doch in kleinerem Maßstabe. In diesem Sinne möchte ich das Nachfolgende aufgefaßt wissen.

1. Verfahren und Hilfsmittel zur Erforschung der Lebewelt des freien Wassers.

Kein Lebensraum der Erde hat ein so gewaltiges Ausmaß wie der des freien Wassers. Es ist das Wohngebiet des Planktons und Nektons und diese stellen somit unsere größte irdische Lebensgemeinschaft dar, neben der die Siedelungen des Bodens mit ihrer nur flächenhaften Ausdehnung unzweifelhaft zurücktreten. Die Lebensgemeinschaft des freien Wassers ist zudem, wie Lohmann trefflich ausführt, „eine in sich geschlossene und daher selbständige." Erzeuger, Verbraucher und Rückbildner (Reduzenten) bilden in dieser Lebensgemeinschaft einen völlig in sich geschlossenen Kreislauf. Aus diesem Grunde lassen sich eine große Anzahl Fragen der allgemeinen Lebensforschung nirgends so gut ergründen wie gerade an der Lebewelt des freien Wassers. Diese Erkenntnis gewinnt in neuester Zeit immer mehr Boden, und damit kommt den Fangverfahren, den Untersuchungsverfahren dieser Lebewelt und ihres Wohnraumes immer größere Bedeutung zu. Noch vor nicht einmal einem Jahrhundert war diese Lebewelt nur zum allerkleinsten Teile bekannt; ihr voller Reichtum, die unendlichen Scharen von Kleinwesen, ihre Formenmannigfaltigkeit, wurde erst erkannt, als sinnreich erdachte Geräte den Fang ermöglichten. Ja, die letzten Jahre vor Ausbruch des Weltkrieges haben uns noch mit einem weitern, gewaltigen, bisher nicht voll erkannten Teil dieser Lebewelt bekannt gemacht, dem Zwerg- oder Nannoplankton, das seiner Kleinheit wegen bisher den Forschern größtenteils entgangen war. Auch hier haben neue, sinnreich ausgedachte Fang- und Untersuchungsverfahren den Erfolg gebracht. Leider mangelt uns hier der Raum, die fesselnde Geschichte dieser Forschungsverfahren darzustellen. Der erste große Schritt erfolgte mit der Einführung des filternden Netzes aus durchbrochenem Gazezeug als Fangeinrichtung; es ist dies ein Verdienst des großen Physiologen Johannes Müller. Eine lange Reihe von Forschern haben diese Netzfangverfahren in der Folge vervollkommnet, und die beiden letzten Jahrzehnte brachten uns mit der Einführung der Zentrifuge als Untersuchungswerkzeug einen weitern Schritt nach vorn. Netz und Zentrifuge bilden heute unsere ersten Hilfsmittel; dazu kommen noch Pumpe, Planktonkammer, Planktonsieb, Filter usw. Aus dem Vorausgehenden geht schon hervor, daß zum Fange der Gesamtlebewelt des freien Wassers nicht ein Gerät genügt. Nein, jedes dieser aufgeführten Geräte ermöglicht nur den Fang eines bestimmten Teiles dieser Lebewelt; ihre Vertreter sind ja äußerst verschieden in ihrer Größe, in ihrer Bewegungsfähigkeit und dann auch in Bezug auf die Tiefe, in der sie sich aufhalten. Ein Gerät für alles, ein Allerweltsfangmittel gibt es nicht. Für das Nekton sind andere Fangeinrichtungen zu verwenden als für das Plankton, und dieses kann in seiner Gesamtheit auch nur durch zweckmäßige Verbindung verschiedenster Fanggeräte erfaßt werden. Um das Gesamtplankton, das Vollplankton, eines Gewässerraumes zu erfassen, haben wir also stets verschiedene Netzformen, dann Pumpe, Zentrifuge usw. zu verwenden, sonst werden wir nur Teil-

[1] Von weiteren Forschungsfahrten sind noch zu erwähnen: die des „Vake" 1875—77, die der „Gazelle" 1874—76, die Dänish Ingolf-Expedition, die Fahrten der „Hirondelle" des Prinzen von Monaco, die der „Belgica" (Nordpolreise), die österreichische „Pola"-Fahrt usw.

plankton erwischen und ein unvollständiges Bild erhalten. Nun können wir aber hier die Jagd und den Fang größerer Wassertiere nicht darstellen. Was die Fische betrifft, sind die Fangverfahren ja in zahlreichen, entsprechenden Handbüchern niedergelegt. Manch wertvolle Angabe wird der in diesem Gebiet arbeitende Leser auch in den Berichten der Tiefsee-Expeditionen finden. Neben Reusen und großmaschigen Netzen kommen auch Angelschnüre verschiedenster Form in Frage.

Wer die Fischfauna eines Gewässers kennen lernen will, wird sich zweckmäßig bei den anwohnenden Fischern erkundigen und umtun und allfällig die örtlich gebrauchten Fangverfahren anwenden.

Die eigentliche Planktonforschung hinwieder teilt sich je nach dem Ziel und auch nach dem Verfahren in die qualitative und die quantitative. Die erstere bezweckt einfach, sämtliche Planktonformen zu erfassen, sie ihrem Bau, ihrem Wesen, ihrer geographischen Verbreitung usw. nach zu untersuchen. Die quantitative Forschung hingegen will mehr das innere Gefüge der Lebensgemeinschaft, ihren Stoffhaushalt, das Verhältnis von Erzeugern, Verbrauchern und Rückbildnern kennen lernen und zwar in seiner Gesamtheit. Sie arbeitet vornehmlich mit zählwissenschaftlichen (statistischen) Verfahren. Sie untersucht das Gefüge der Lebensgemeinschaft sowohl im Raume als in der Zeit und möchte sie sowohl in ihrer Zusammensetzung als auch in ihrer Masse erfassen. Keine Lebensgemeinschaft läßt sich diesbezüglich so leicht untersuchen wie die des freien Wassers. Nach rein physikalischen Gesetzen müssen sich die im Wasser willenlos treibenden Wesen gleichmäßig im Lebensraum verteilen. Wir brauchen so nur Stichproben zu machen, um auf weite Strecken das Gefüge der Lebensgemeinschaft erkennen und beurteilen zu können. Diese Tatsachen hat zuerst Hensen erkannt, teilweise auf Grund äußerst mühseliger Arbeiten. Die Volkszahl in einem gegebenen Raume ist festzustellen, und zwar im Wechsel der Zeit. Das ergibt dann die Vermehrungsschnelligkeit und die Vernichtungsgröße. Erst wenn dies geschehen ist, können wir das Ursachengetriebe näher ergründen und den Stoffkreislauf erfassen und verstehen.

Das Verfahren der Stichprobenentnahme muß uns gestatten, für einen bestimmten Raum das Vollplankton, das Gesamtplankton, zu erfassen. Es ist leicht einzusehen, daß dazu eigene Untersuchungsverfahren und eigene Geräte ersonnen werden müßten, die teilweise von jenen der rein qualitativen Forschung verschieden sind. Diese sieht in den Planktonlebewesen vorzüglich Dinge, die einerseits zur Bereicherung der Systematik, der Morphologie, Anatomie, Histologie, Ontogenie, Phylogenie dienen, anderseits gerade mit den Betrachtungsweisen dieser Teilwissenschaften analysiert werden müssen, um in ihrem Bau richtig verstanden zu werden. Die qualitative Forschung will wissen, was für Formen vorhanden sind, ohne sich zunächst um ihr zahlenmäßiges Verhalten zu kümmern. Ihr ist zunächst das einzelne Lebewesen an sich Hauptsache.

Im nachfolgenden werden wir erst die Hilfsmittel der Planktonforschung ohne Rücksicht auf ihre Verwendung zu qualitativen und quantitativen Untersuchungen darstellen. Erst anschließend daran werden wir in einem besonderen Abschnitt auf die zu quantitativen Forschungen brauchbaren Geräte und Verfahren hinweisen.

Als erste Gruppe dieser Untersuchungsgeräte sollen die Netze dargestellt werden.

Die Planktonnetze.

Als Planktonnetz bezeichnete Hensen ursprünglich ein Netz, das, „mit möglichst feinem Zeug ausgestattet, dem Zweck zu dienen hat, eine Wassermasse so zu filtrieren, daß noch sehr kleine Organismen abfiltriert werden und dabei zugleich gestattet, ein Urteil über die Menge des filtrierten Wassers zu gewinnen".

Von diesen Geräten gibt es eine lange Reihe verschiedener Formen, die namentlich im Bau und im Netzstoff voneinander abweichen. Der Grund dieser Mannigfaltigkeit liegt darin, daß es eben kein Gerät, kein Netz gibt, das für alle Zwecke brauchbar ist. Bei der Beschaffung eines Planktonnetzes hat man sich aus diesem Grunde auch erst klar zu sein, wozu es gebraucht werden soll, beispielsweise ob damit sehr kleines oder ob größeres Plankton oder sogar schwebende Fischbrut, Quallen, Salpen, Weichtiere, größere Krebstiere usw. gefangen werden sollen. Nach dem zu erreichenden Ziele ist die Größe und die Art des Netzstoffes zu wählen.

Bemerkungen über das Netzzeug.

Das zu verwendende Netzzeug muß vor allem fähig sein, zu filtern, d. h. es muß das Wasser durchlassen und nur die darin schwebenden und schwimmenden Körper zurückhalten. Je nachdem nun die zurückzuhaltenden, also zu fangenden Wesen größer oder kleiner sind, muß die Maschenweite des Netzzeuges gewählt werden. Zum Fange größerer Planktonten, wie sie namentlich im Meere als Quallen, Salpen usw.

vorkommen, ist ein weitmaschigerer Netzstoff zu wählen, als wenn ich nur sehr kleines pflanzliches Plankton sammeln möchte.

Heute ist die sogen. Seidengaze, wie sie zum Trennen des Mehles im Müllereigewerbe benutzt wird, als Netzzeug in allgemeiner Verwendung. Diese Seidengaze, sie wird vielfach auch Seidenbeuteltuch genannt, ist außerordentlich fein und regelmäßig gearbeitet; sie wird von auserlesenen, besonders geübten Arbeitern gewoben und fasert nicht, was sie jedem andern Netzzeug überlegen macht. Dies gilt namentlich insoweit es sich um fein- und engmaschiges Netzzeug handelt. Die Seidengaze kann in verschiedenen Maschenweiten bezogen werden; die weitmaschigsten sind die Nr. 0000,000 und 00, dann folgen die in nachstehender Übersicht zusammengestellten Nummern, bei denen jeweilen die Anzahl der Faden auf je 10 mm steht.

Nummer der Seidengaze	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	25
Anzahl der Faden auf 10 mm	15	19	21½	23	24½	26	29	32½	34	38½	43	46	48½	51	55	57½	61½	65	66	68	77

Die Nr. 25 ist die engmaschigste; sie eignet sich namentlich für pflanzliches Plankton, natürlich auch für entsprechend kleines Tierplankton. Die Ziffern zwischen 20 und 25 werden nicht angefertigt. Der Leser sei noch besonders darauf aufmerksam gemacht, daß früher die Bezifferung eine andere war und nur bis 20 ging. Die ältere Ziffer 20 entspricht der heutigen 25.

Für tierisches Plankton kann sehr gut auch sogen. Griesgaze benutzt werden; diese letztere kann in besonders starker Form geradezu als Ersatz für Metallgewebe[1] gehen. Für Netze zum Fange größerer Tiere und als allfälliger Ersatz für Seidengaze können auch Stoffe aus Wolle und Baumwolle genommen werden, namentlich sog. Käsetuch, wie es in Käsereien zum Trennen des Käses von der Restflüssigkeit gebraucht wird, dann sog. Kongreß- oder Vorhangstoff oder auch Nesseltuch.

Da die Seidengaze sehr teuer ist, wird außen an derartige Netze überhaupt noch ein Netztuch aus weitmaschigem Baumwollgewebe gespannt zum Schutze des feineren Zeugs. Noch häufiger werden aber zu diesem Zwecke Hanfschnüre (3—8) vom Hauptring zum Netzeimer am Hinderende gezogen. Dadurch wird natürlich das Netz äußerst widerstandsfähig (vgl. Hensen a. a. O., Seite 68 u. f.). Doch empfiehlt sich ein derartiger Schutz nur für ganz große Netze, wie sie bei Forschungsfahrten auf dem Meere benutzt werden. Für kleinere Netze kann das äußere Baumwollnetz ganz wegfallen, ja dies kann selbst mit den Hanfschnüren geschehen.

Die sog. Netzeimer.

Die ältesten Planktonnetze endigten hinten mit Netzstoff. Beim Herausziehen des Netzes aus dem Wasser lag dann die dort liegende Beute, sobald das Wasser abgelaufen war, für kurze Zeit im Trockenen, d. h. so lange, bis der Netzzipfel umgestülpt und in einem weithalsigen Gefäß mit Wasser ausgespült war. Dies war natürlich nicht vorteilhaft für den Fang, einmal angedichtet, wurde er durch das Auswaschen wieder verdünnt und litt auch sonst unter dieser Behandlung. Deshalb wurde am hintern Ende des Netzes ein Sammelgefäß angebracht, in das die Planktonten geschwemmt wurden; beim Herausziehen des Netzes aus dem Wasser blieb im Sammelgefäß Wasser zurück und der Fang lag nicht trocken; da er zugleich angedichtet wurde, konnte er auch unmittelbar in entsprechend kleine Aufbewahrungsgefäße (Glasröhren usw.) gebracht werden. Diese, dem Netz angefügten Sammelgefäße bezeichne ich hier kurzweg insgesamt als Netzeimer oder Netzeimerchen. Ihre Form kann recht verschiedenartig sein und wechselt hauptsächlich nach der Größe des Netzes und dessen besonderer Verwendungsart. Ihr Hauptzweck ist das Entleeren des Fanges zu erleichtern und ein einwandfreies, gutes Sammeln desselben zu ermöglichen. Im einfachsten Fall wird hinten an das Netz ein kleines, röhrenförmiges Blech- oder Metallgefäß befestigt. Dabei ist es zweckmäßig, eines zu wählen, das um die Öffnung einen nach außen vorspringenden Wulst oder auf der Außenseite eine ringförmige Vertiefung hat. Mit Hilfe von Bindfaden kann dann eine feste, dauerhafte Bindung gemacht werden.

An Stelle dieser Blech- oder Metallgefäße wurde von manchen Forschern hinten am Netz eine Kautschukkappe (Abb. 51) angebracht, die natürlich ebenso wirkt wie jene, aber weniger dauerhaft ist.

Alle diese blind geschlossenen Netzeimer müssen beim Entleeren durch das Netz gestülpt werden. Dies ist nicht sehr bequem. Deshalb wurde

[1] Die beste Bezugsquelle ist die Schweiz. Seidengazefabrik. A.-G. in Zürich.
Louis Walker, Friedrichstr. 14, Berlin SW. 48.

wieder nach etwas Besserem gesucht. Man fand es auf zwei verschiedenen Wegen:

1. Durch Anbringen einer Ausflußvorrichtung am Netzeimerchen;
2. durch Abnehmbarmachen der Netzeimer.

1. Eimer mit Ausflußvorrichtung für kleinere Netze.

Ein derartiges, einfaches Eimerchen kann man sich selbst, wie Noak ausführt, auf folgendem Wege beschaffen.

Einem Stück dünnem Metallrohr von etwa 4 cm Länge läßt man unten einen Boden einsetzen, in

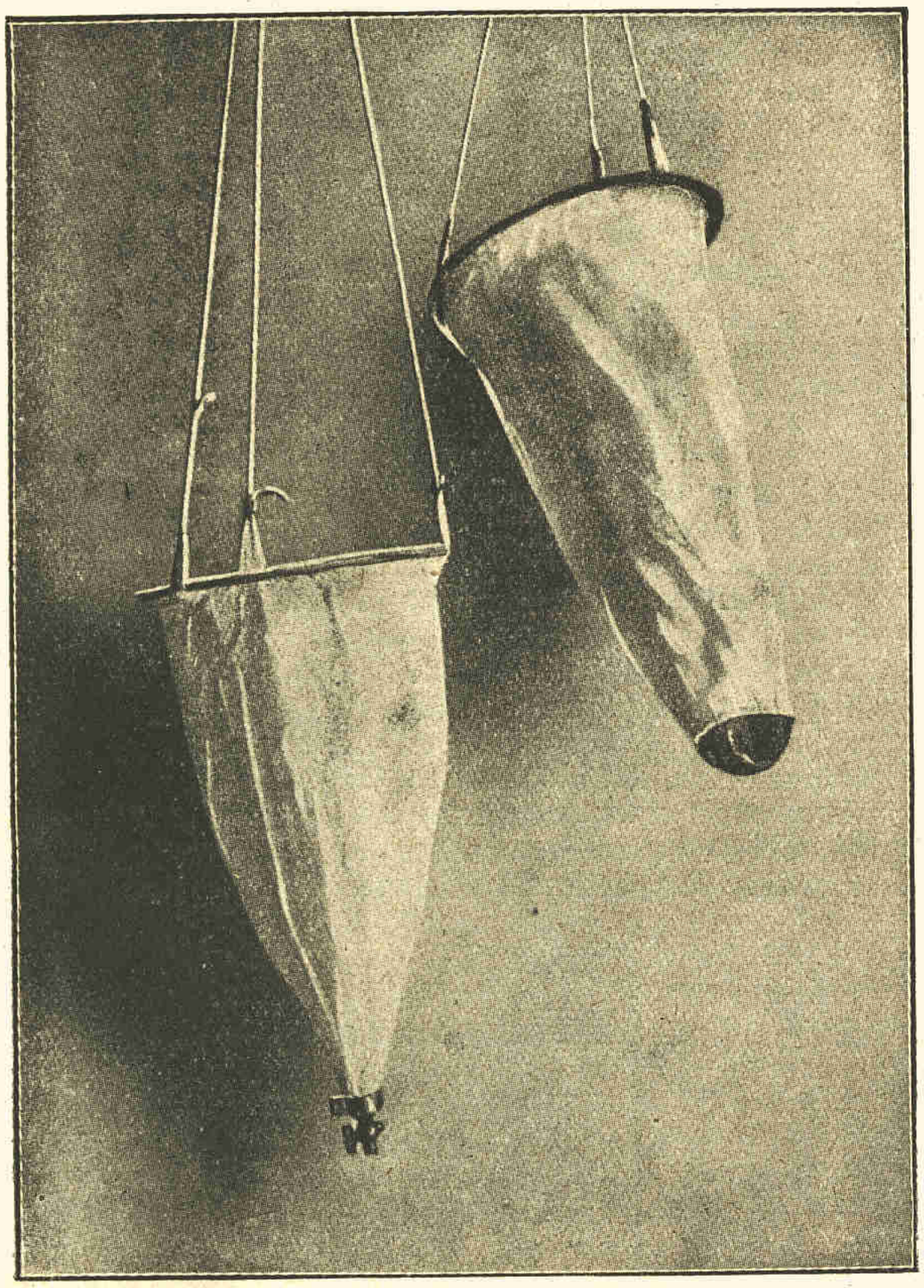


Abb. 51. Kleine Planktonnetze zu Oberflächenfängen, links mit Messinghahn, rechts mit Kautschukbecher. (Nach H. Bachmann.)

welchem bereits ein Röhrchen von 0,5 cm Durchmesser und 1,5 cm Länge eingelötet ist; doch ist darauf zu achten, daß dieses Röhrchen innen am Boden des Sammelgefäßes nicht etwa vorragt. Des letzteren Boden muß völlig flach oder noch besser gegen die Röhrchenmündung kegelförmig vertieft sein, sonst würden ja Planktonreste beim Entleeren durch das Röhrchen im Gefäße zurückbleiben. An ersterem ist außen ein kurzer Gummischlauch angesetzt und gut befestigt. Er wird durch einen Quetschhahn verschlossen. Soll das gefüllte Sammelgefäß entleert werden, so hat man nichts zu tun, als den Quetschhahn zu öffnen, und der Inhalt fließt von selber ab.

Ganz ähnlich arbeitet ein von Einar Naumann[1] beschriebenen Netzeimer aus Glas (Abb. 52). Von einem geschickten Glasbläser ist er leicht aus festem Glase herzustellen. In der Rinne oben wird das Netztuch festgebunden und unten ein Schlauchstück aus

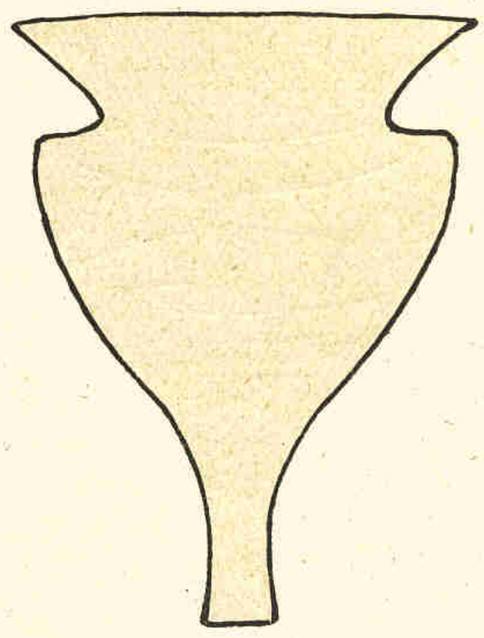


Abb. 52. Netzeimer aus Glas. (Nach Nauman.)

Kautschuk mit Quetschhahn angesetzt. Mit einer etwa 10fach vergrößernden Lupe kann der Fang dann schon im Eimer vorläufig untersucht werden, was oft sehr wünschenswert ist. Darin besteht der Hauptvor-

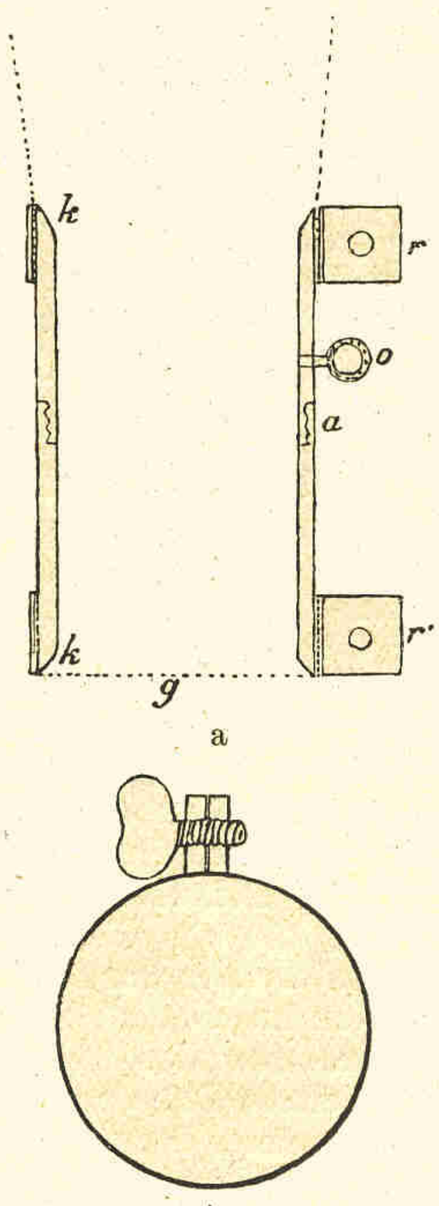


Abb. 53. Abschraubbarer Netzeimer aus Messing nach Apstein. a Schraubengewinde; k, k¹ abgeschliffene Kanten des Eimers, damit nichts hängen bleibt; r, r¹ Klemmringe; o Öse zum Festmachen von Schnüren, welche den Eimer am Netzring befestigen. Es sind 3 solche vorhanden. — b Klemmring. (Aus Apstein, Das Süßwasserplankton. Verlag Lipsius & Fischer, Kiel.)

[1] En Enkel Planktonbägare, in: Skrifter utgivna af södra Sveriges Fiskeriförening. 1917 und 1918. (Mit deutscher Zusammenfassung.)

teil derartiger gläserner Netzeimer, die ja natürlich ihrer Zerbrechlichkeit wegen eine sorgsame Behandlung verlangen und darum nicht besonders bequem sind.

Bei andern Formen von Netzeimern ist der Hahn dem Ausflußrohr unmittelbar eingesetzt. Dies

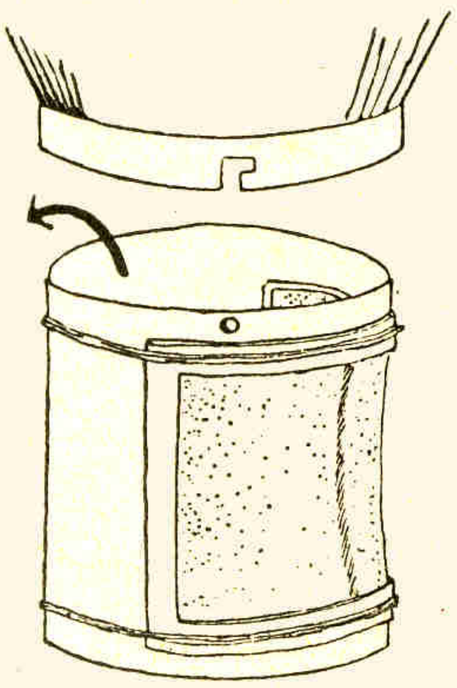


Abb. 54. Netzeimer mit Bajonettverschluß nach Cori. (Aus Steuer, Planktonkunde. Verlag G. B. Teubner, Leipzig.)

ist z. B. bei dem auf Abb. 51 links dargestellten Netz der Fall. Das Ausflußrohr besteht wie der Eimer aus Messing und besitzt einen genau gearbeiteten, innen fein auspolierten Hahn. Dieser ist so befestigt und gearbeitet, daß ein Zurückbleiben von Plankton nach dem Entleeren nahezu ausgeschlossen ist.

Bei einfacheren Eimerchen kann das Ausflußröhrchen auch durch einen abnehmbaren Stöpsel geschlossen und geöffnet werden. Das Entleeren ist aber auch dann nicht besonders bequem, und leicht geht ein Teil des Fanges verloren.

2. Abnehmbare Netzeimer.

Bei diesen ist der untere Teil des Eimers entweder durch ein Schraubengewinde oder durch einen sog. Bajonettverschluß abnehmbar.

Ein Beispiel der ersteren Art gibt Abb. 53, nach Apstein. Die Betätigung ist ohne weiteres ersichtlich. Dieser Eimer kann übrigens auf zwei Arten entleert werden, nämlich durch Abschrauben oder durch Lösen des den Boden bildenden Seidengazeläppchens mittelst Aufschrauben des Klemmringes r^1. An Stelle des Seidengazeläppchens kann der Boden auch aus Metall bestehen.

Viel häufiger als ein Schraubengewinde wird heute der sog. Bajonettverschluß bei diesen abnehmbaren Netzeimerchen angebracht. Art und Betätigung desselben sind aus der Abb. 54 ersichtlich. Auch hier kann der aus einem Seidengazeläppchen bestehende Eimerboden abgenommen werden, vorausgesetzt, daß er nicht aus Metall besteht.

So hat Carazzi (Arch. f. Hydrobiol. Planktonkunde. Bd. 9) ein einfaches Messingeimerchen beschrieben, dessen Form nebenstehende Abb. 55 ersichtlich macht. Der Eimer wird an die Messinghälfte des Netzes mit Bajonettverschluß befestigt. Er kann dann einfach gelöst und wie ein Glas entleert werden.

Derartige einfache Becherchen mit Bajonettverschluß sollen sich z. B. für den Chydoridenfang nach Weigold viel besser eignen, als Eimerchen mit Abflußvorrichtung. Der genannte Forscher empfiehlt, den Becherinhalt mit all seinem Schlamm und Detritus in ein Glasröhrchen zu entleeren und den Becher nochmals auszuspühlen, indem noch ein Zug durchs freie Wasser gemacht und der Rückstand dann ebenfalls in das Glas gegossen wird. —

Schließlich sei auch noch auf jene Netzeimer verwiesen, die an einer seitlichen Wand Seidengazefenster besitzen, wie der auf Abb. 54 dargestellte. Derartige Eimer müssen in mancher Beziehung als das Beste heute Bekannte gelten. Die als Fenster dienenden Gazeläppchen können durch Abschrauben eines darübergespannten Rahmens leicht gelöst und gereinigt werden. Beim Einsetzen sind sie stets anzufeuchten und straffzuspannen. Das Anbringen solcher Gazefenster ist namentlich bei größeren Netzen zu marinem Gebrauch von mehrfachem Vorteil. Es können nämlich dadurch sehr große Eimer benutzt werden, in die das Plankton eben gerade durch die filternden Fenster leicht geschwemmt wird, und trotzdem wird der Fang stark angedichtet, da er sich nur über dem vertieften Eimerboden ansammelt, also in verhältnismäßig geringer Wassermenge.

Zu diesen Eimerformen gehört Apsteins filtrierender Eimer (Abb. 56 u. 57). Er besteht aus einer 12 cm (bei einer größeren Form 20 cm) langen Messingröhre, deren Seitenwände bis auf drei schmale Stäbchen herausgenommen sind; nur oben und unten bleibt je ein 3 cm breiter Streifen der Röhrenwand stehen. Die Seidengaze wird oben und unten durch Klemmringe (f' f'') festgehalten, über den Stäbchen (s) durch schmale Auflegeplättchen (p) mit je 3 Schrauben. Unten führt der Eimer in das Ausflußrohr (f), das durch einen durchbohrten Hahn (h) geschlossen und geöffnet wird. Oben wird der Eimer mittelst eines Gewindes am Messingring (E) festgemacht, der hinwieder durch einen Klemmring am Netzkegel befestigt ist. Bei O ist eine der 3 Ösen, an denen die außen über das Netz laufenden Schnüre befestigt sind.

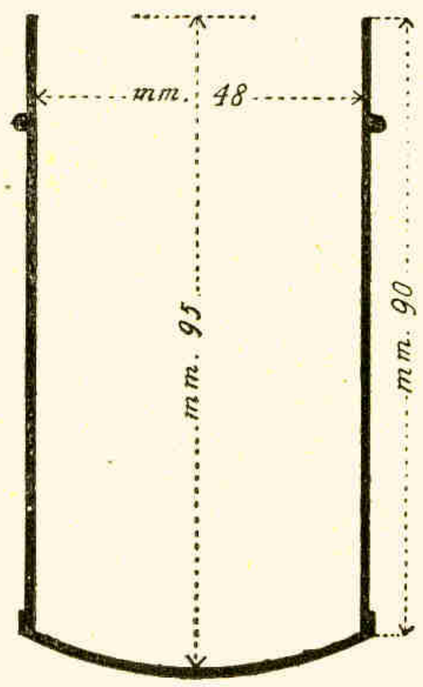


Abb. 55. Abnehmbares Netzeimerchen nach Carazzi. (Aus Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. 9. E. Schweizerbarthsche Verlagshandlung, Stuttgart.)

Einen ebenfalls gefensterten Netzeimer von ganz eigenem Gepräge hat Juday[1] 1916 beschrieben. Da er für feinere Arbeiten sehr geeignet scheint, mag

[1] Limnological Apparatus, in: Transactions of the Wiskonsin Acad. of scienses Arts and Letters. Bd. 18. 1916.

er hier kurz beschrieben werden (Abb. 58 u. 59). Er besteht aus einem Kopfstück, das hinten am filternden Netz unmittelbar festgemacht ist und einem von diesem Kopfstück durch Bajonettverschluß abschraubbaren eigentlichen Eimer.

Der Kopfteil A (siehe Abb. 59) des Eimers besteht aus dem Ringstück D und dem Klemmring C. Das Ringstück D ist 3,5 cm lang, 0,6 mm dick und hat einen Außendurchmesser von 5,2 cm. Ein zahnartiger unterer Vorsprung dient zum Festhalten des Bajonettverschlusses und desgleichen zwei obere Zapfen zum Festhalten des Klemmringes C, mit dem D am Netz festgeklemmt wird, wie aus den Aufriß- und Grundrißzeichnungen zu ersehen ist. Der Klemmring C besteht aus zwei halbkreisförmigen Messing-

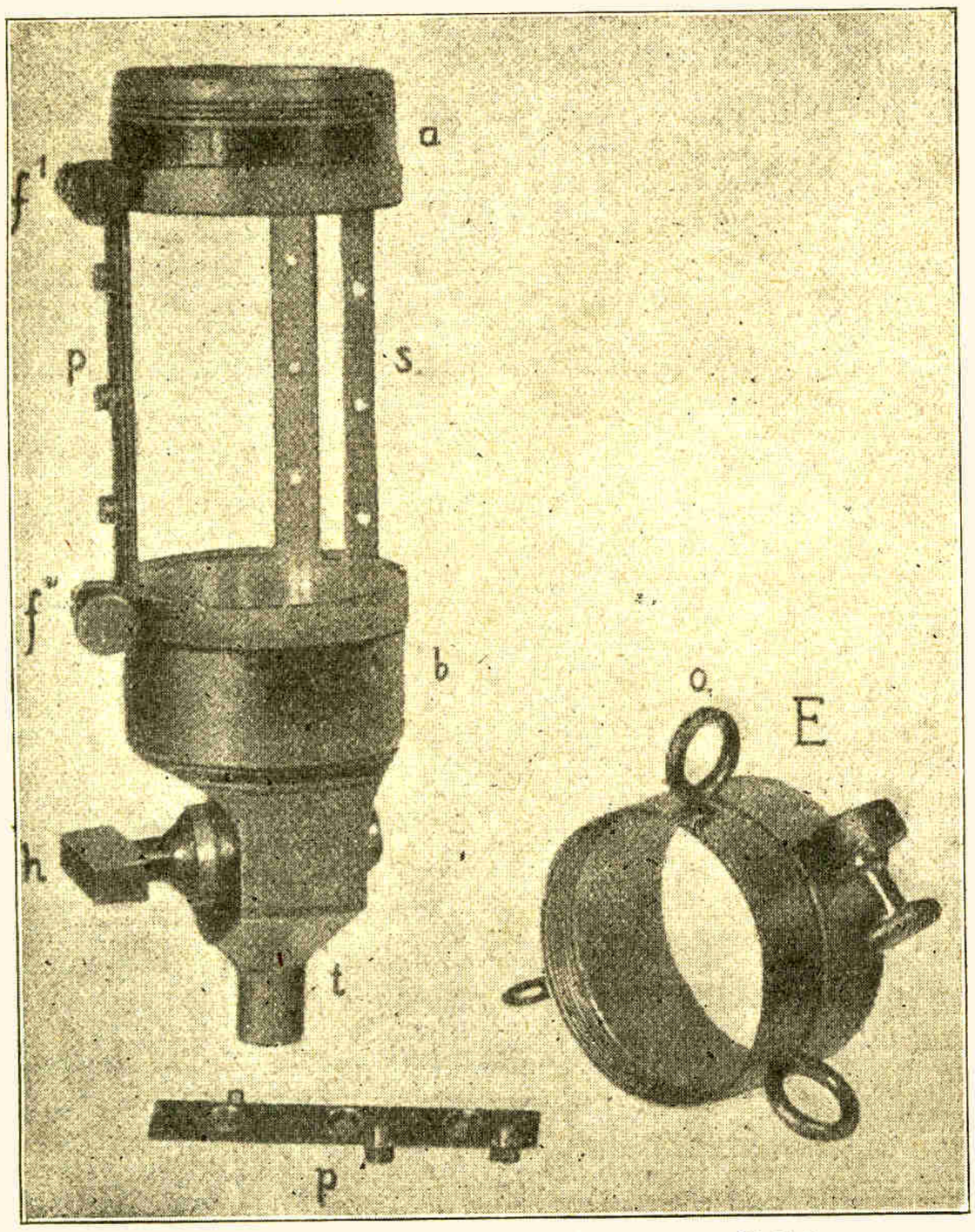


Abb. 56. Filtrierender Netzeimer nach Apstein. (Aus Apstein, Das Süßwasserplankton. Verlag Lipsius & Fischer, Kiel.)

stücken mit Flügeln an ihren Enden; durch letztere gehen die Klemmschrauben. Jede Klemmringhälfte ist von einem Loch durchbohrt, in das ein entsprechender Zapfen der Hülse D paßt, außerdem trägt der Klemmring 3 kleine Ringe, an denen die 3 Tragleinen festgemacht werden, die zur Entlastung des Netzstoffes den immerhin recht schweren Eimer tragen müssen. Sie sind zweckmäßig etwas kürzer zu wählen, als der Seidengazekegel des Netzes, wodurch eben dessen Entlastung bewirkt wird. Der eigentliche Eimer B besteht aus einem obern Röhrenabschnitt von 9 cm Länge und innerem Durchmesser von nahezu 5,2 cm. Der obere, 2,8 cm hohe Teil wird nämlich über die Hülse des Kopfteiles A (bezw. D) geschoben und mit Hilfe eines Bajonettausschnittes und einem Zapfen der Hülse D festgehalten. Am untern Eimerabschnitt sind 4 Ausschnitte von 3 cm Breite und 5 cm Länge angebracht, so daß zwischen diesen Ausschnitten nur noch 1,2 cm weite Stücke der Messinghülse bleiben. An diese sind innen 4 halbkreisförmige, 6 mm dicke Stäbchen aus Messing festgelötet; sie stützen die erwähnten Streifen der Hülse und nehmen auch die Schrauben der Klemmringe auf, welche die Seidengaze über die Fenster festhalten. Der Boden des Eimers ist der Messinghülse

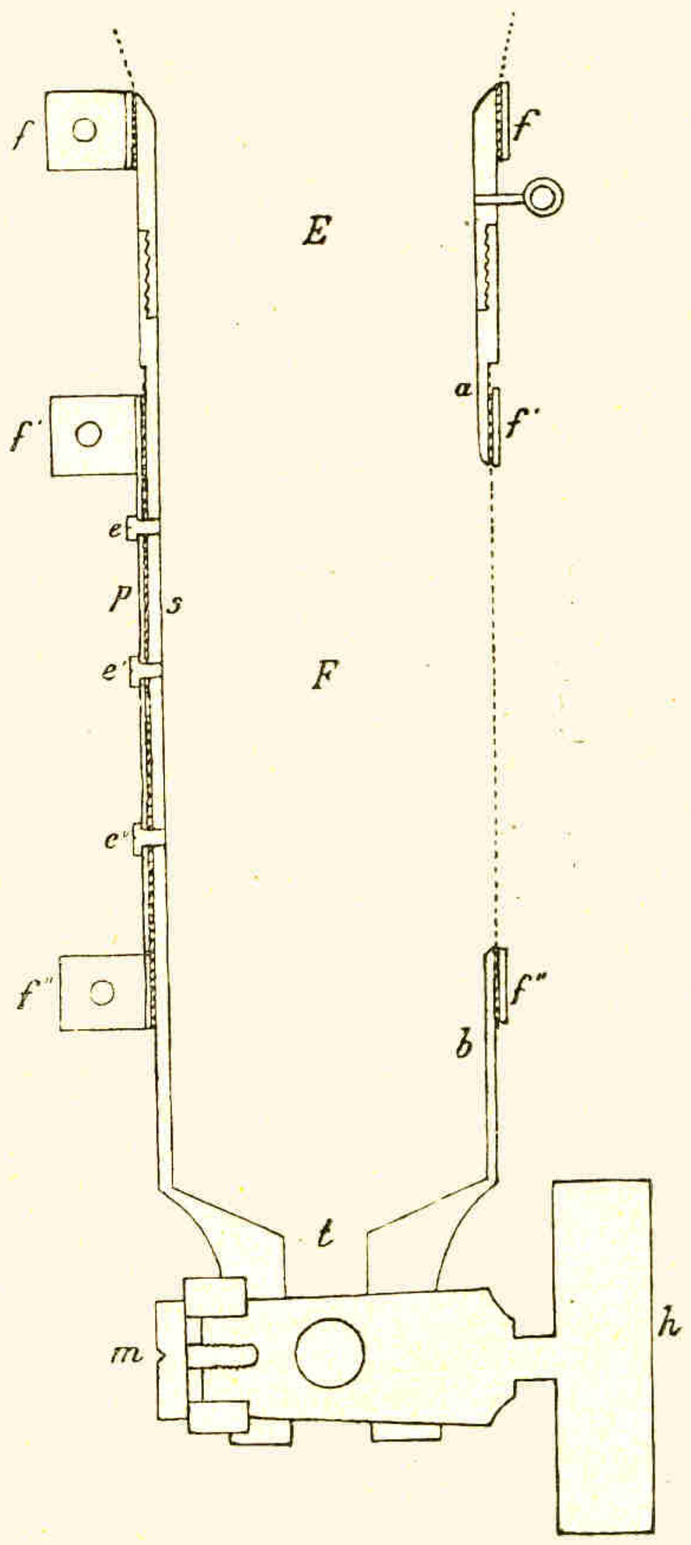


Abb. 57. Derselbe fertig zusammengesetzt im Längsschnitt. Erklärung im nebenstehenden Drucksatz. (Nach Apstein.) (Aus Apstein, Das Süßwasserplankton. Verlag Lipsius & Fischer, Kiel.)

und den Drahtstützen unten angelötet und kegelförmig vertieft; ein 2,3 cm langes Ausflußröhrchen ist ihm angesetzt; sein oberer Durchmesser ist 1,2 cm, der untere 1 cm weit; seine Wand ist ungefähr 1 mm dick. Dieses Ausflußröhrchen wird nun durch einen Messingstöpsel (Abb. 59 F u. B) von innen verschlossen. Dadurch unterscheidet sich dieser Eimer von Juday am stärksten von den bisher dargestellten. Der Stöpsel sitzt sehr fest, kann aber gleichwohl leicht herausgezogen werden, und die Entleerung des Eimers gestaltet sich auch der kaum vorhandenen toten Winkel wegen äußerst vollkommen. Die Seidengazefenster am Eimer werden durch Messingstreifen G festgehalten; sie sind so lang wie die Fenster und so breit wie die Wände der Messing-

hülse zwischen denselben. Diese Messingstreifen werden durch je 3 Schrauben festgehalten; außerdem dienen noch zwei etwa 8 mm dicke Klemmringe zum Festhalten der Seidengazefenster an ihrem Vorder-

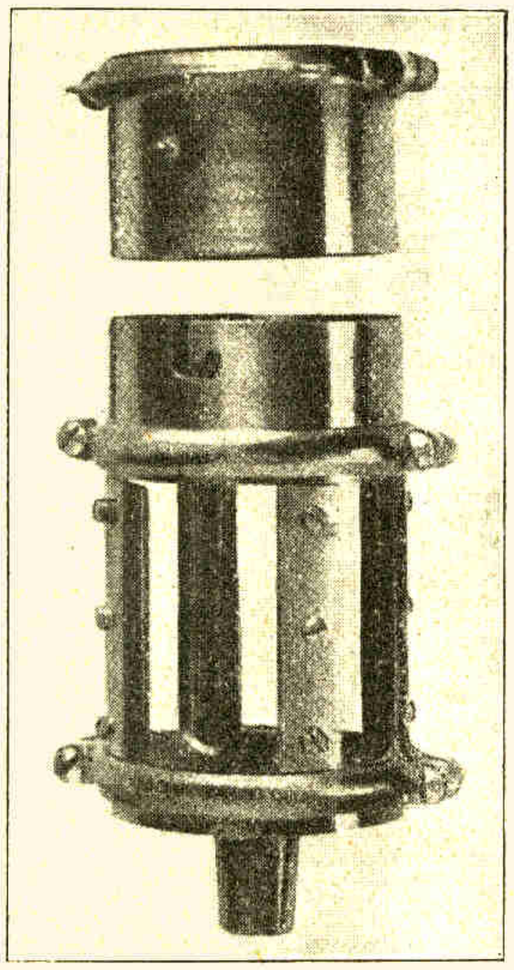


Abb. 58. Ansicht des Netzeimers von Judah; die filternden Seidengazefenster sind nicht eingesetzt. (Nach Judah.)

und Hinterrand. Die Hälften der Klemmringe besitzen an ihren Enden Flügel, durch welche Schrauben zum Festklemmen gehen. Beim Einsetzen der

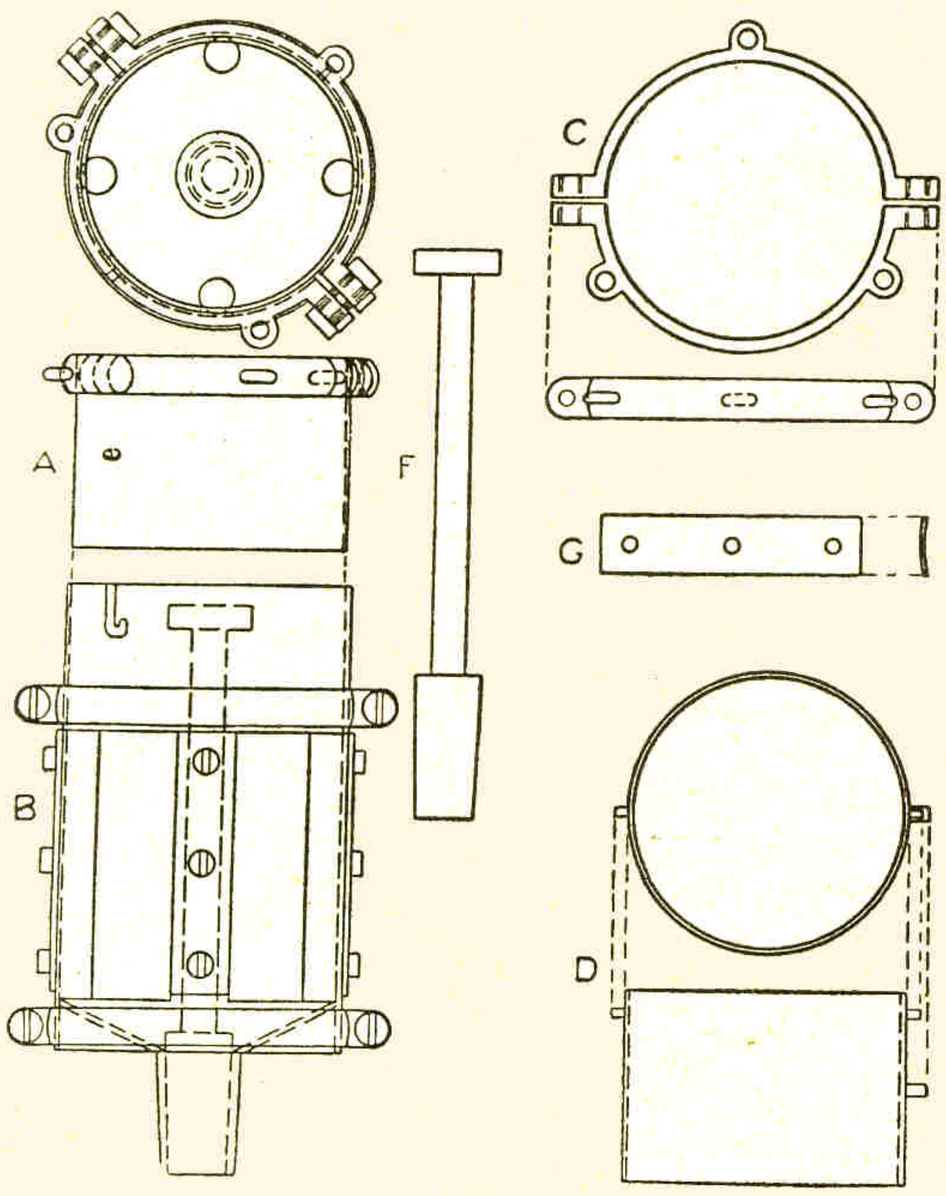


Abb. 59. Erläuterungen zum Netzeimer von Judah. (Nach Judah.)

Seidengazefenster wird einfach ein genügend großes Stück Gaze genommen, angefeuchtet, rund um den Eimer geschlagen und hierauf der obere und untere Klemmring zuerst nur leicht angezogen, so daß die Gaze noch verschoben werden kann. Hierauf werden mit einem heißen Draht die Löcher gebrannt, durch welche die Schrauben der äußern Messingstreifen G gehen, letztere aufgelegt, die Schrauben festgezogen, hierauf auch jene der Klemmringe. Schließlich werden noch die etwa unter letzteren vorragenden Gazestückchen abgeschnitten, und der Eimer ist gebrauchsfertig.

Schließlich wollen wir auch noch auf einen Netzeimer von Kofoid verweisen, der ebenfalls wie der vorangehende, durch einen Messingstöpsel verschlossen wird, aber ein einziges, kleineres, rundes Seidengazefensterchen besitzt. Er wurde eigens für Kofoids selbstschließendes Netz zu wagrechten Fängen gebaut.[1]

Die Netzformen.

Die Zahl der seit Beginn der Planktonforschung erdachten und hergestellten Netzformen ist sehr groß. Zum Teil sind ursprünglichere Formen mit der Zeit verbessert und ganz oder teilweise umgeprägt worden, zum Teil sind mit den Jahren auch eine ganze Anzahl neuer Vorlagen entstanden, sei es für besondere Zwecke oder sei es zum Ersatz älterer als ungenügend beurteilter Formen. Eine Zusammenstellung davon gibt es heute noch nicht. Aus diesem Grunde habe ich mich bemüht, hier, wenn auch lange nicht alle, so doch eine möglichst große Zahl von Formen darzustellen oder auf die Schriften zu verweisen, in denen sie beschrieben sind. Ich möchte damit demjenigen, der zu irgend einem besonderen Zweck etwas Neues sucht, die Möglichkeit geben, sich rasch zu unterrichten, ob etwas Derartiges bereits vorhanden ist oder ob Versuche in dieser Richtung bereits unternommen wurden.

Das Ausmaß, die Größe der zu verwendenden Netze richtet sich, das sei vorausgehend noch bemerkt, nach den zu fangenden Wesen. Da z. B. das pflanzliche Plankton fast durchwegs sehr klein ist und dicht gedrängt vorkommt, wird der Botaniker mit kleinen Netzen auskommen Auch für manche Gruppen des tierischen Planktons genügen kleine oder mittelgroße Netze vollkommen. Ganz große Netze wird eigentlich nur der Meeresforscher benötigen, namentlich wenn es sich um den Fang größerer und darum auch spärlicher vorhandener Planktontiere, wie Quallen, Salpen, manche Krebse usw. handelt. Das häufigere, bezw. seltenere Vorkommen der zu fangenden Planktonten ist demnach für die Auswahl der Netzgröße ebenfalls bestimmend. Wir verweisen für weiteres auf die S. 77 zusammen-

[1] Kofoid, A., On a self-closing Plankton-Net for Horizontal Towing. California University Publications-Zoology. Bd. 8. 1911.

gestellten Verhältniszahlen für verschiedene Netzgrößen.

1. Einfache, selbstherzustellende Netzformen u. ihre Verwendung als Leinen- und Stocknetz.

Einfache Planktonnetze zu rein artlichen (qualitativen) Fängen sind leicht herzustellen; sind sie genau gearbeitet, so hängt ihre Güte wesentlich nur von den filternden Fähigkeiten des verwendeten Netzstoffes ab. Ein Planktonnetz einfachster Art liefert uns schon ein Beutel aus Seidengaze, im Notfall auch aus Nesseltuch, Vorhangstoff usw., der wie ein Insektennetz an einem Metallring befestigt ist. Muß anderes Gewebe als Seidengaze verwendet werden, so hat man sich allerdings erst zu überzeugen, ob dieses filtert. Dies geschieht dadurch, daß man das gespannte Tuch in Wasser eintaucht und nachher gegen das Licht hält. Ist das Tuch dann noch porös, so wird es filtern und kann benutzt werden.

Für die Anfertigung eines derartigen kleinen Planktonnetzes gibt Noack in einem früheren Mikrokosmos-Jahrgang eine Anleitung, die hier kurz folgen soll.[1]

Zuerst wird aus Zinkdraht ein Ring von 10 cm Durchmesser angefertigt; die beiden Drahtenden werden am besten zusammengelötet, so daß ein einheitlicher fester Ring erhalten wird. An diesen Ring kommt jetzt ein etwa 2 cm breiter Leinwandstreifen, der dann zum Annähen und Befestigen des eigentlichen Netzes aus Seidengaze dient. Zu ihrer Beschaffung tun sich im vorliegenden Falle am besten zwei Personen zusammen und beziehen einen Viertelmeter. Das Seidengazestück hat die Form der Abb. 60a und wird unter die zwei Bezüger nach der gestrichelten Linie geteilt. Aus jeder Hälfte kann ein Netz angefertigt werden. Die Gaze wird dazu, wie der obere Teil der Abb. 60b es zeigt, geschnitten. Doch ist anzuraten, vor dem Schneiden sich erst ein Muster aus Papier anzufertigen, um ja sicher zu sein, daß die beiden Stücke zusammenpassen und daß beim Zusammennähen nicht unerwünschte Falten entstehen. Das Gazenetz selbst soll die Form eines Kegelstumpfes bekommen, wie die Abb. 60c dies zeigt.

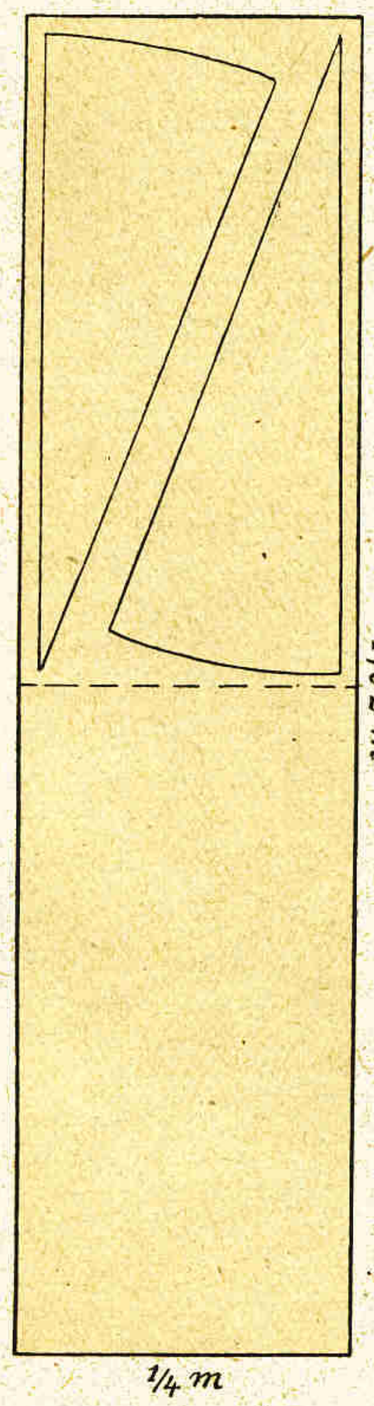


Abb. 60a.

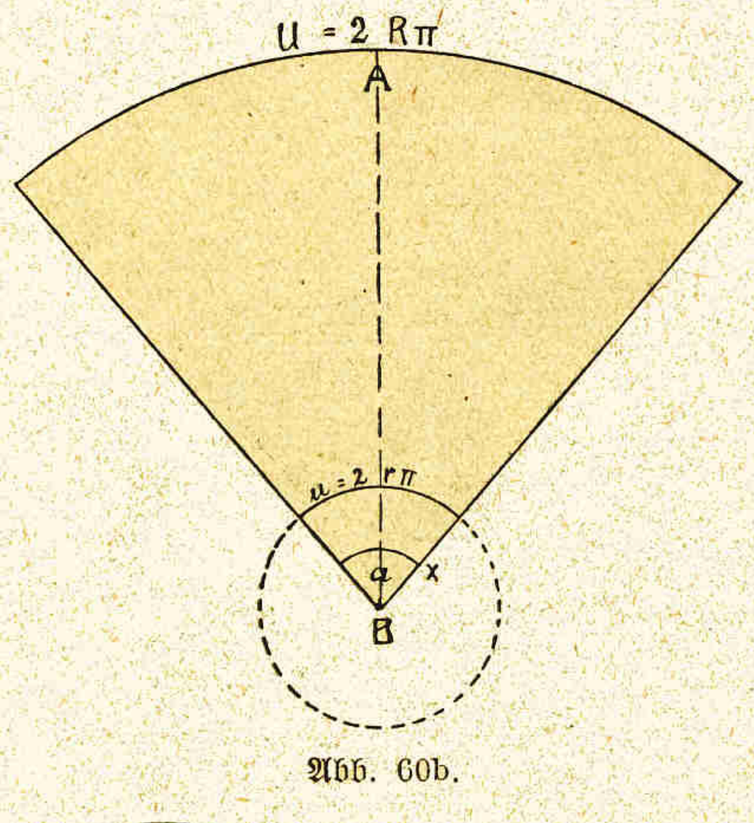


Abb. 60b.

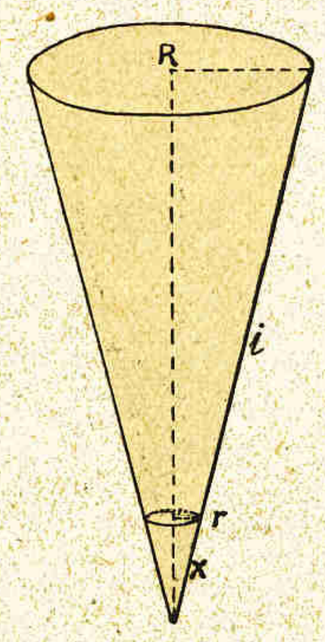


Abb. 60c.

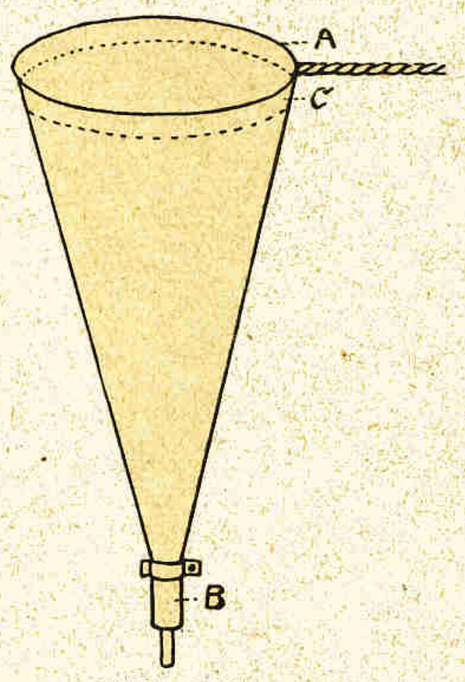


Abb. 60d.

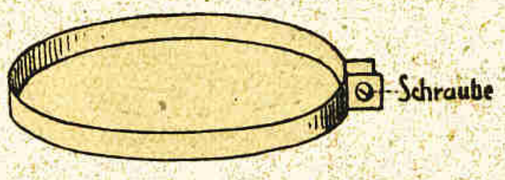


Abb. 60e.

Abb. 60a—e. Selbstanfertigung eines einfachen Planktonnetzes.

Die Gazestücke müssen also so geschnitten werden, daß sie den Mantel des durch den Zinkdrahtring und das Gefäß B gebildeten Kegelstumpfes liefern können. Man hält sich am besten an die in den Abb. 60a—e dargestellten Verhältnisse. Mit Hilfe der Halbmesser R und r und der Länge i des Netzes lassen sich folgende Beziehungen feststellen. Die Länge der ergänzten Spitze des Kegelstumpfes sei x, dann verhält sich

$$x : x + i = r : R$$

daraus folgt

[1] Man vergleiche auch: Bock und Frankenberg, Die Selbstanfertigung eines Planktonnetzes. Mikrokosmos, Jahrg. 8, 1914/15, Seite 64.

$$x = \frac{r \cdot i}{R - r}$$

weiter haben wir das Verhältnis

$$2x\pi : 2r\pi = 360^\circ : \alpha$$

daraus ergibt sich

$$\frac{2x\pi}{2r\pi} = \frac{360}{\alpha}$$

daraus folgt

$$\alpha = \frac{360 \cdot r}{x}$$

Diese Berechnungen ausgeführt, lassen sich nun mit den Ergebnissen die Netzstücke schneiden. Um die Stücke aneinandernähen zu können, muß an beiden Teilstücken ein etwa 1 cm breiter Streifen zugegeben werden. Nachdem die Stücke aneinandergenäht sind, schreitet man zur Anfertigung des Netzeimers, der an der Spitze des Netzes befestigt werden soll. Darüber vergleiche man das S. 61 u. ff. Gesagte.

Zwei derartige einfache Netzformen sind auf Abbildung 51 dargestellt. Ihre Brauchbarkeit kann natürlich durch die Auswahl gut arbeitender Netzeimer erhöht werden. Die verschiedenen weiter vorn beschriebenen und erwähnten Formen lassen sich meist leicht an jede Netzform anbringen. Größere Eimer verlangen natürlich auch größere Netze. Diese können je nach dem Zwecke und auch nach den zur Verfügung stehenden Mitteln größer oder kleiner gewählt werden. Als drei gut abgestufte Größenformen können die weiter unten S. 77 aufgeführten, von Hensen und Apstein aufgestellten Maßzahlen empfohlen werden.

Sie können natürlich noch größer gemacht werden; so wurde auf der Deutschen Tiefsee-Expedition beispielsweise ein Hensensches Vertikalnetz (s. weiter unten S. 69) mit einem 4 m langen Netzbeutel benutzt.

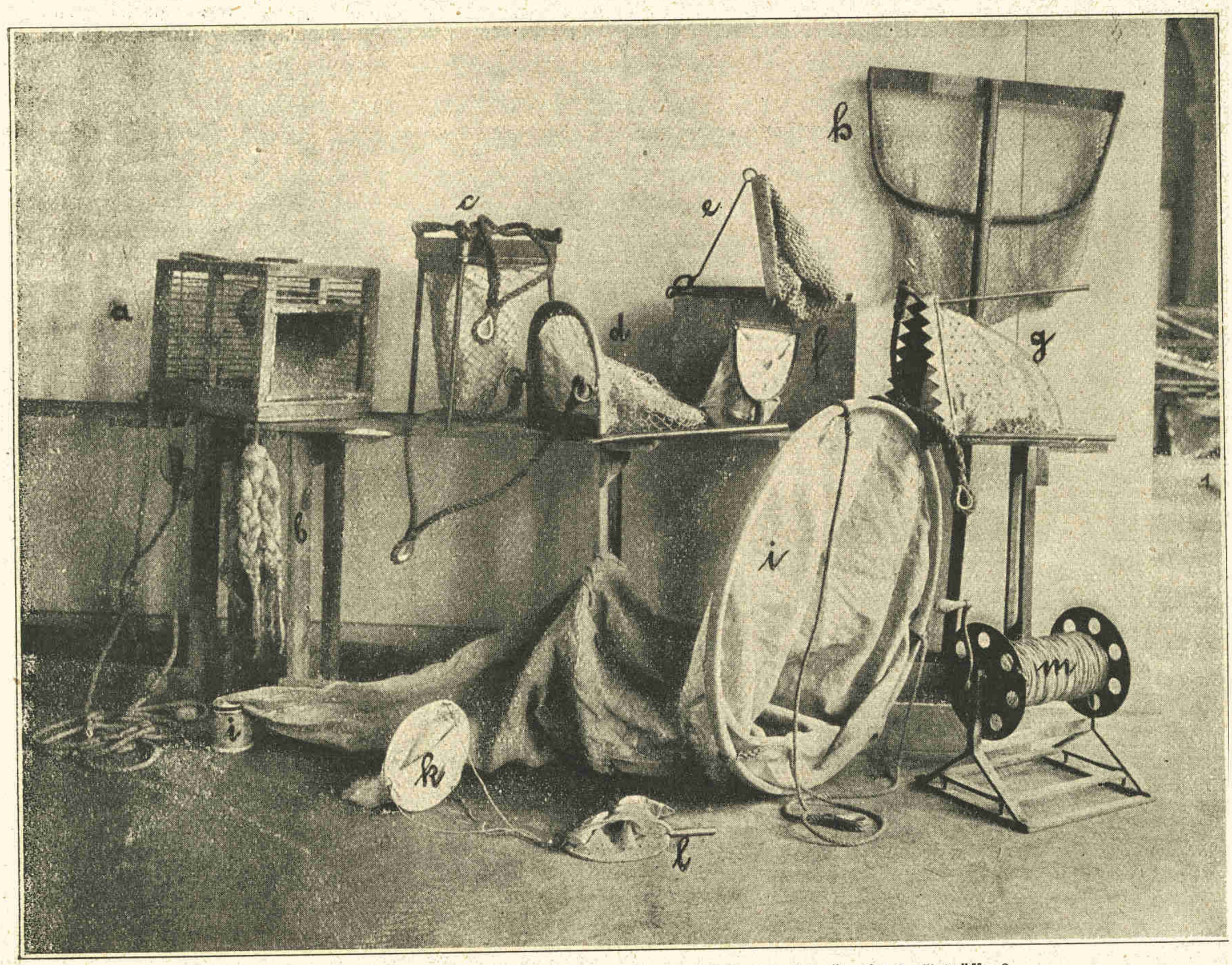


Abb. 61. Verschiedene Hilfsmittel zum Sammeln der Lebewelt eines Gewässers.
a Reuse oder Fangkorb, b Schabber, c große, dreiseitige, glattrahmige Dredsche, d Dredsche mit halbrundem Bügel, e kleine, dreiseitige, glattrahmige Dredsche, f Schraper oder Pfahlkratzer, g Dredsche mit gezacktem Bügel, h Hamen, i Planktonnetz, große Form, k Planktonnetz, kleine Form, l Stocknetz, m Handwinde.
(Nach Plate aus Neumayer, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, Bd. II. Verlag O. M. Jänecke, Leipzig.)

Über die Art der Befestigung und Handhabung der einfachen Netze mag folgendes gesagt werden: Die größeren werden ausnahmslos mit einer Leine bedient; sie werden an ihr durchs Wasser gezogen und sieben und filtern dieses während des Zuges ab. Kleinere Netze können aber auch an einem Stock befestigt werden; sie heißen dann Stocknetze und finden meist nur im Ufergebiet zum Abfischen von Pflanzenbeständen Verwendung. Mit Hilfe des Stockes hat man eine sichere Führung und mehr Gewalt, das Netz durch Pflanzenwust aller Art durch-

zuführen. Es ist dabei notwendig, einen Netzstoff zu wählen mit möglichst großer Maschenweite, namentlich dann, wenn Kladozeren, Ostrakoden, Harpaktiziden usw. gefangen werden sollen. Ein zu engmaschiges Netz wird bald durch Detritusmassen usw. verstopft sein. Weigold[1] empfiehlt für diese

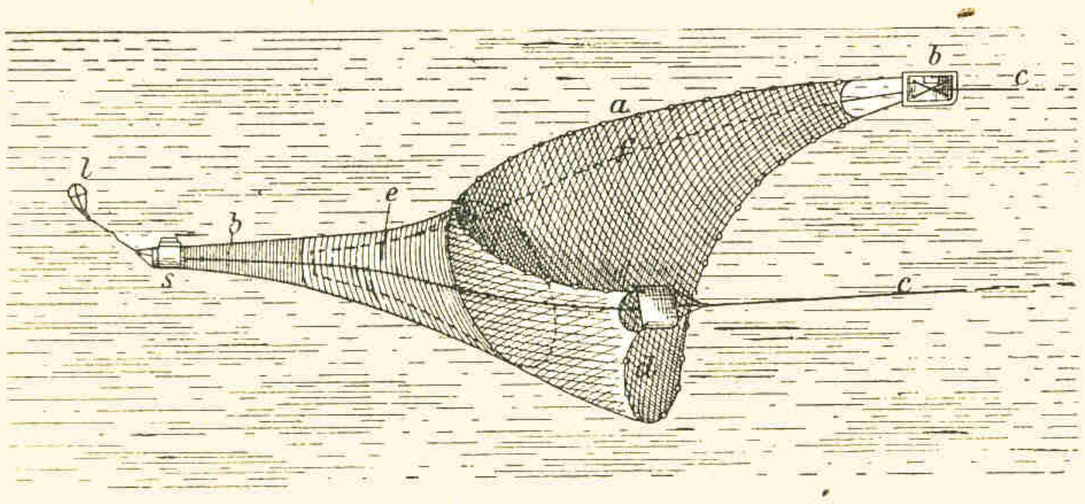


Abb. 62. Ottertrawl oder Oberflächenkurre des Fürsten von Monaco.
(Aus Hensen, Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. I.)

Fälle eine minimale Maschenweite von 0,2 mm. Für Fänge vom Ufer aus empfiehlt sich das sog. Thumsche Kombinationsnetz, das man bequem in die Tasche stecken kann und das sowohl als Wurfnetz wie als Stocknetz zu gebrauchen ist; im ersten Fall wird es einfach an eine Wurfleine eingehakt oder im zweiten an einen der ausziehbaren Stöcke.

Im freien Wasser ist nun aber die Leine dem Stocke weit vorzuziehen, auch dann, wenn sich das Stocknetz vom Boot aus bedienen ließe. Ein an der Leine geführtes Netz wird viel gleichmäßiger durchs Wasser gleiten und besser filtern als ein von der Hand bedientes Stocknetz. Das erstere ist übrigens in diesem Falle schon weit handlicher und bequemer.

Bezüglich der zu verwendenden Leinen und Seile verweisen wir auf das S. 31 Gesagte.

Derartige einfache Netze sind auch auf Abb. 61 bei k und l dargestellt.[2]

Netzformen zum Fange größerer, namentlich mariner Planktonformen, sog. Brutnetze und Vertikalnetze.

Hier soll auf eine Anzahl Netze größeren und größten Ausmaßes hingewiesen werden, die wohl fast ausschließlich nur auf dem Meere zur Anwendung kommen dürften.

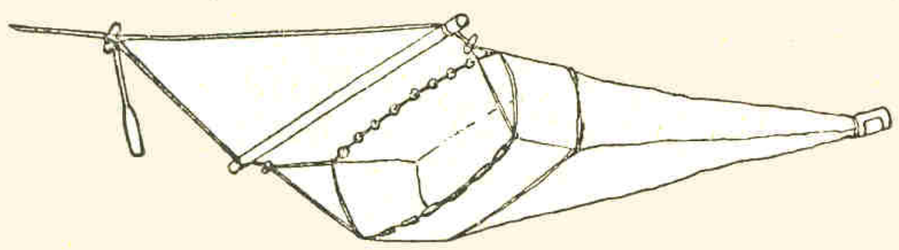


Abb. 63. Planktongrippo nach Cori.
(Aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

Ein erstes derartiges Netz ist die sogen. Oberflächenkurre des Fürsten von Monaco (Abb. 62) Das Netzgewebe besteht aus Seidengaze von verschiedener Maschenweite, so daß vorn weite, hinten ganz enge Maschen sind. Maße: Entfernung der Flügel vorn 7 m, Netzlänge 4,3 m, Höhe des ausgespannten Netzsackes vorn 6,8 m. Als beste Zeit der Verwendung wird die Nachtzeit empfohlen.

Ähnlichen Zwecken dient der sog. Triester Planktongrippo von Cori (Abb. 63). Der Netzbeutel ist pyramidenförmig, der Netzeingang rechteckig; der obere Rand trägt Korkstücke, der untere Bleiplatten, dies zum bessern Offenhalten der Mündung. Seitlich ist je ein Stab angebracht; an seinen Enden greifen die Aufhängeleinen an; diese hinwieder führen vorn zur schweren Leitstange, an der die Zugstange eingreift; ein weiteres Gewicht und diese Leitstange bewirken ein rasches Sinken und die Möglichkeit wagrechten Fischens in der gewollten Tiefe.

Ähnlichen Zwecken dient auch das sog. Hjortsche Netz.

Ganz großes Ausmaß hat das Helgoländer Dreischerbrettternetz oder sog. Ottertrawl (Abb. 64). Im Gegensatz zur Oberflächenkurre besitzt es 3 Scherbretter und infolgedessen auch eine dreieckige Eingangsöffnung. Jede Dreieckseite mißt 15 m, die ganze Mündungsfläche also etwa 100 m². Der

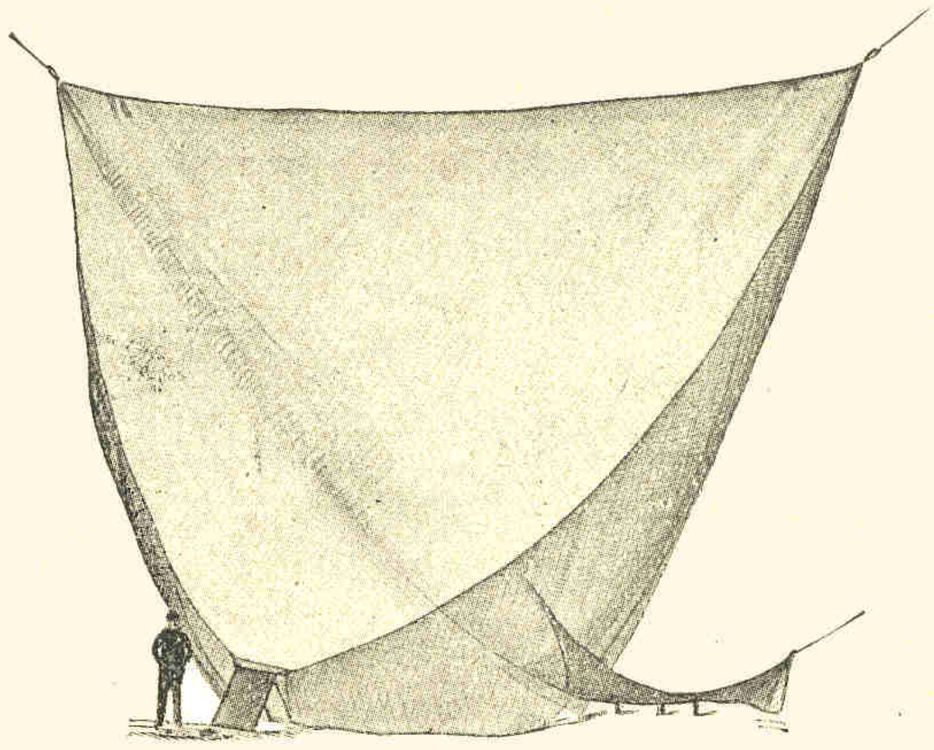


Abb. 64. Helgoländer Dreischerbrettternetz oder Ottertrawl.
(Nach Heinke aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

34 m lange, kegelförmige Netzbeutel besteht aus Hanfgarn. Vorn ist die Maschenweite 80 mm; nach hinten nimmt sie allmählich bis auf 5 mm ab.

Hierher kann man auch das sog. Helgoländer Brutnetz zählen, das wir aber als Schließnetz weiter hinten S. 70 aufführen.

Dann gehören auch die sog. Vertikalnetze zu dieser Gruppe, die ähnlich gebaut sind, wie das S. 69 beschriebene Hensensche quantitative Netz, aber den sog. Hensenschen Kegel am Netzeingange nicht besitzen (vgl. Abb. 61 bei i und Abb. 65). Das große Vertikalnetz Hensens ist kegelförmig und hat folgende Maße: Öffnung 2 m Durchmesser (bei einer kleineren Form 1,2 m). Länge des Netzbeutels 3 m. Der Öffnungsrahmen besteht aus im Halbkreis gebogenen Gasröhren von 4 cm Dicke. Als Netzzeug wird Seidengaze Nr. 3 aufgeführt (Abb. 66).

Die sog. Wagen- und Schlittennetze.

Zum Einfangen der unmittelbar über dem Grunde lebenden Planktonlebewelt sind sog. Wagen- und Schlittennetze gebaut worden. Sie sollten er-

[1] Weigold, H., Biologische Studien an Lyncodaphniden und Chydoriden. Int. Rev. d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 3. Biolog. Supplement. Erste Serie. 1910.

[2] An dieser Stelle mag noch das sogen. „Zeppelin"-Netz von Dr. Langhans erwähnt werden, das für Seidengase Nr. 25 sehr geeignet ist. Es bildet einen langen Netzzylinder, dem hinten ein kurzer Netzkegel aufgesetzt ist. Siehe Schmid, Bastian, Handbuch. Anmerk. 2, Seite 20.

möglichen, diese Lebewelt zu fangen, ohne den Grund aufzuwühlen. Das Wagennetz Hensens ist in den Ergebnissen der Planktonexpedition Bd. 1 beschrieben. Es scheint aber in seiner gegenwärtigen Form kaum verwendungsfähig zu sein. Aurivillius[1] benutzte zu demselben Zwecke ein sogenanntes Schlittennetz.

Die Schließnetze.

Oft ist es notwendig, nur Plankton aus einer bestimmten Wasserschicht, einer bestimmten Tiefe zu fischen. Dazu dienen die sog. Schließnetze; es sind dies Netze, die mit einer besonderen Schließ- und Öffnungsvorrichtung versehen sind, so daß es möglich ist, sie entweder offen oder geschlossen in eine bestimmte Tiefe zu versenken, dort zu fischen, die Netze dann zu schließen und geschlossen hochzubringen. Dadurch soll es möglich werden, die Organismen jener Tiefenschicht einwandfrei zu erhalten, also genau beurteilen zu können, welche Lebewesen dort vorkommen.

Diese Netzformen sind zur Untersuchung der Verteilung der Lebewelt im freien Wasser von größter Wichtigkeit. Nur mit ihrer Hilfe ist es uns möglich, zu entscheiden, in welcher Tiefe ein gegebener Organismus lebt und ob er in dieser Tiefenzone gleichmäßig verteilt ist oder nicht. Ja, wir können sagen, daß uns der ganze Lebensraum, den das freie Wasser darstellt, erst mit diesen Netzen für genauere Untersuchungen zugänglich wurde. Welche Wichtigkeit ihnen zukommt, kann übrigens leicht daraus ersehen werden, daß eine ganze Anzahl von verschiedenen Netzvorlagen oder Netzformen für diesen Zweck gebaut wurden. Kofoid[1] hat 1911 die zahlreichen Versuche in dieser Richtung zusammengestellt. Eingehender dargestellt sollen nur einige bewährte und namentlich auch im Süßwasser brauchbare Typen werden.

Wenn wir von der Sigsbee-Falle[2] und der Protozoen-Falle Cattaneos[3] absehen, kommt dem von Pavesi[4] im Comersee gebrauchten wagrecht fischenden Schließnetz der Ruhm zu, das älteste dieser Art zu sein. Das sogenannte Palumbo-Netz[5] (1882) ist ein Vertikalschließnetz und wurde vom Kommandanten des Schiffes der italienischen „Vettor-Pisani-Expedition" gebaut, dessen Name es auch trägt. Es bleibt beim Versenken durch den Wasserdruck geschlossen, öffnet sich, sobald die Abwärtsbewegung aufhört und wird durch ein über dem Netz angebrachtes Umkipptthermometer wieder geschlossen. Dieses, ein Miller-Casella-Gerät mit Propellervorrichtung, gibt beim Umkippen ein Fallgewicht frei, durch welches das Zusammenklappen bewirkt wird. Das Palumbo-Netz ist

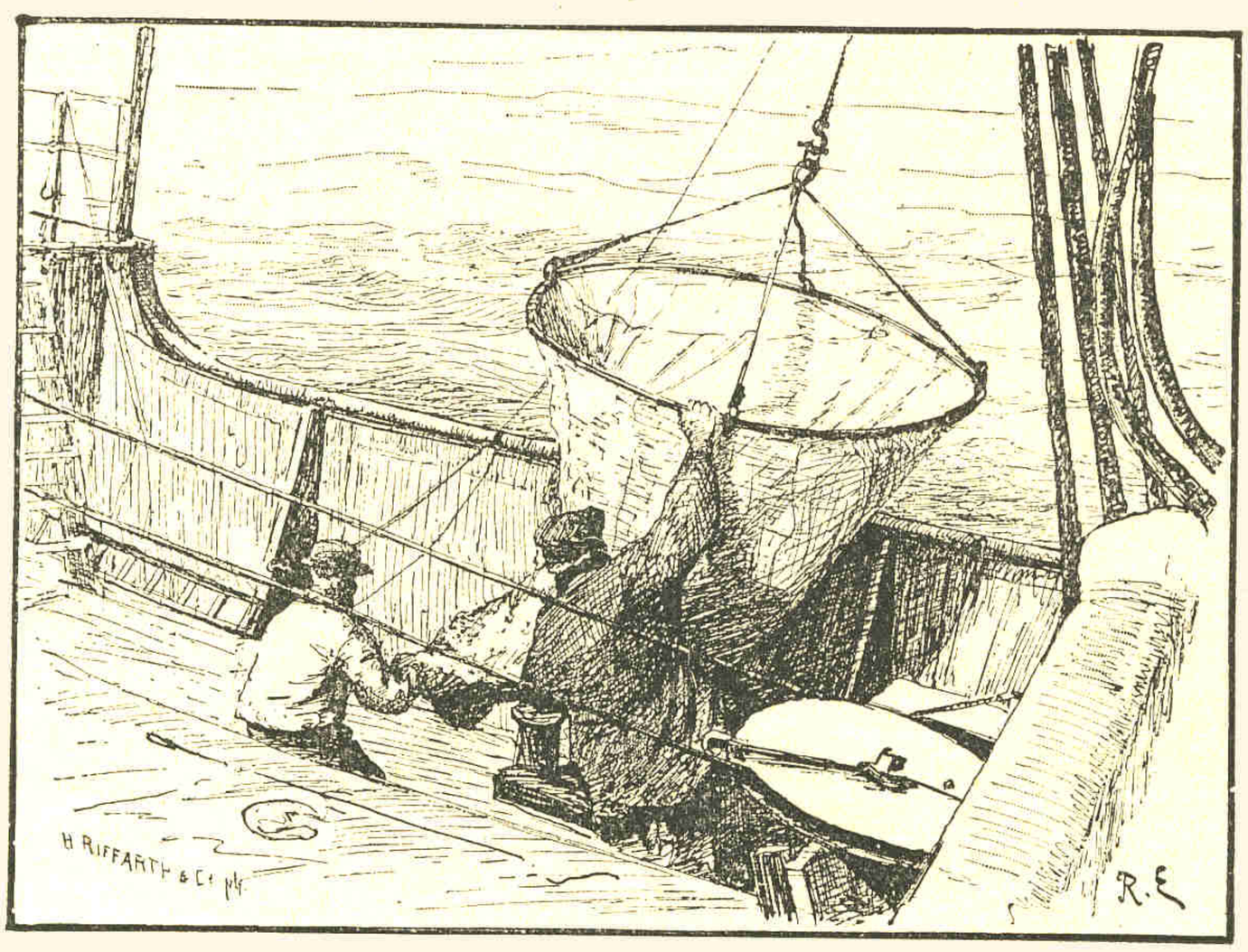


Abb. 65. Vertikalnetz der Planktonexpedition.
(Nach Krümmel aus Neumayer, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen, Bd. II. Verlag Dr. Max Jaenicke, Leipzig.)

[1] Aurivillius, Vergl. tiergeogr. Untersuch. über die Plankton-Fauna im Skagerrak. Kongl. svensk. Vetenskap. Akad. Handlingar. Bd. 30. 1898.

[1] Kofoid, Ch., On a self-closing Plankton-Net for Horizontal Towing. University of California, Publications in Zoology. Bd. 8, Nr. 8. 1911.

[2] Sigsbee, C. D., Reports on the results of dredging under the supervision of Alexander Agassiz, on the east coast of the United States, by the U. S. Coast Survey steamer „Black". 7. Description of a gravitating trap for obtaining specimers of animal life from intermedial ocean-depthes. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard College. Bd. 6. 1880.

[3] Cattaneo, G., Sui protisti del lage di Como, Boll. Scient. Bd. 3. 1882.

[4] Pavesi, P., Altra serie di richerche e studi sulla fauna pelagica di laghi italiani. Atti Soc. Venet. di Sci. Nat. Bd. 8. 1883.

[5] Chierchia, G., Collezioni per studi di scienze naturali fatte nel viaggio intorno al mondo dalla R. Corvetta „Vettor Pisani" (Commandante G. Palumbo). Anni 1882—85. Rivista maritima. Bd. 18. 1885.

von mehreren Seiten als ungenügend bemängelt worden, so von Chun und auch von Agassiz.

Das Turbyne[1]-Schließnetz ist hauptsächlich zu Vertikalzügen, doch auch zu schiefen Zügen brauchbar. Es wird mit Hilfe von Leinen in Tätigkeit

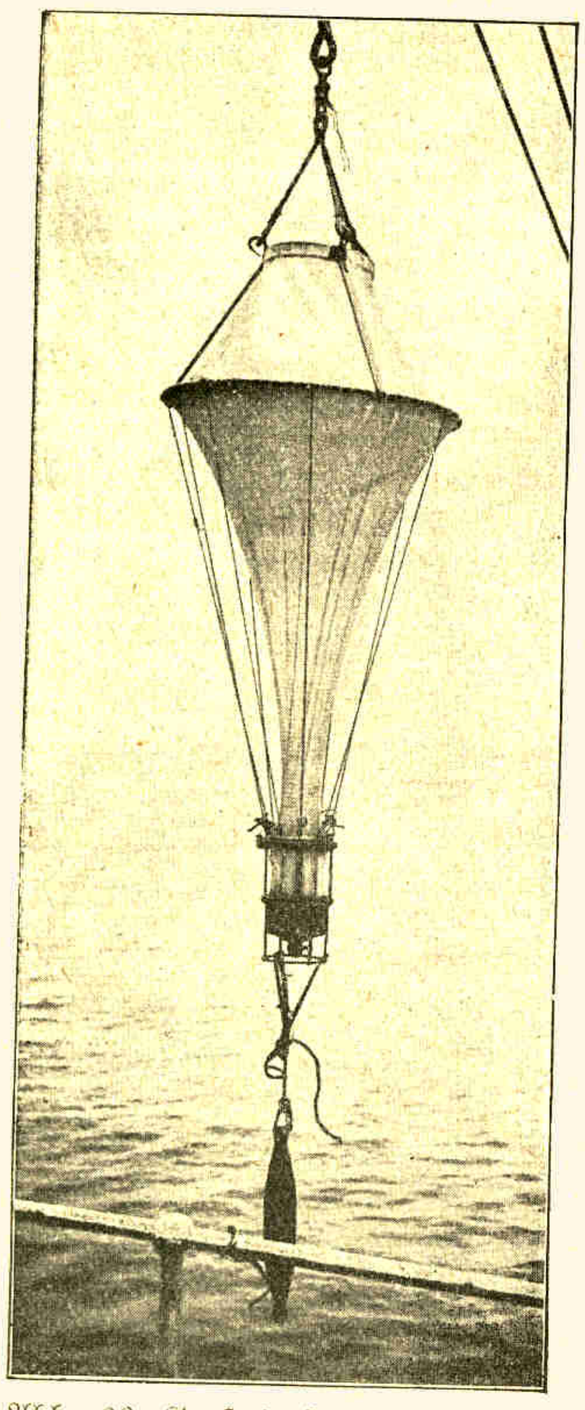


Abb. 66. Großes Hensensches Netz.

gesetzt; die eine Leine ist die Schleppleine, die andere die Verschlußleine. Je nachdem letztere angezogen oder schlaff gehalten wird, schließt oder öffnet sich das Netz. Dieses ist, soll es gut arbeiten, nur für geringe Tiefen brauchbar; die Leinen verwickeln sich nämlich leicht und jede Sicherheit für richtiges Arbeiten fehlt dann.

In den 80iger Jahren des vergangenen Jahrhunderts wurden vom Fürsten von Monaco, Chun[2] u. a. einige Netzformen verwendet, die dann später in verbesserter Form wieder auftauchten.

Besonders erwähnt sei Monacos Vorhangschließnetz[3] (Abb. 67). Es besteht aus einem Kabel mit am Ende anhängendem Gewicht. Zuerst wird das Kabel bis in die gewünschte Tiefe versenkt, dann wird das geschlossene Netz an demselben Kabel hinuntergleiten gelassen. Im Augenblick, wo der auf Abb. 67 mit einem Pfeil versehene Stab auf das als Hemmungspuffer wirkende Endgewicht aufstößt, öffnet sich das Netz.

Die ersten Aussagen über das Vorhang-Schließnetz von Monaco lauteten recht günstig; es wurde auf den Fahrten der „Hirondelle" und später auch auf der „Pola-Expedition"[1] gebraucht. Doch sind seine Herstellungskosten sehr hoch (1500 bis 2000 Frs.) und dann scheint die Einrichtung, weil zu verwickelt, auf die Dauer nicht zufriedenstellend zu arbeiten.

Auch von Viguer[2] (1890) wurde ein selbstschließendes Netz beschrieben; ein besonderer Druckapparat öffnet es, wenn es die eingestellte Tiefe erreicht hat und schließt es wieder, wenn es diese verläßt.

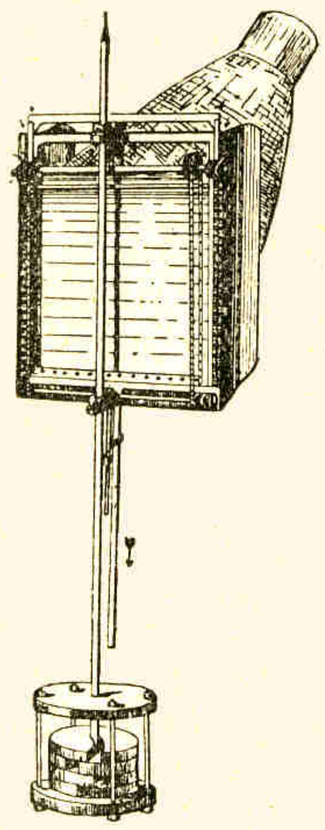


Abb. 67. Monacos wagrecht fischendes Vorhang-Schließnetz (Nach Monaco-Marenzeller aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.) Ein Drahtseil, dem unten ein Puffer anhängt, wird versenkt, das Netz geschlossen am Seil heruntergelassen. Sobald es aufstößt (was auf der Abb. im nächsten Augenblick geschehen muß) öffnet sich der Vorhang; dann wird wagrecht gefischt und ein Fallgewicht schließt wieder.

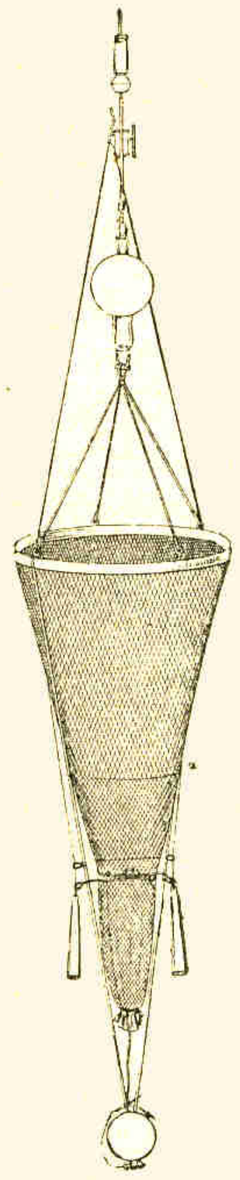


Abb. 68. Tannersches Schließnetz nach Agassiz. (Aus Hensen, Ergebnisse der Planktonexpedition.)

[1] Turbyne, A., The Scottish Marine Station for research; its works and prospects. Edinburgh. 1885.

[2] Chun, C., Die pelagische Tierwelt in größten Meerestiefen und ihre Beziehungen zur Oberflächenfauna. Zoologica. Bd. 1. 1888.

— Untersuchungen über die pelagische Fauna der Kanarischen Inseln. Sitzber. preuß. Akad. Wiss. Berlin. 1889.

[3] Monaco, Albert, Prince de, Sur les filets fins de profondeur employés à bord de l'Hirondelle. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris. Bd. 39. 1887.

— Recherches des animaux marins. Progrés réalisés sur l'Hirondelle dans l'outillage special. Compt. Rend. Congrés Internat. Zool. Bd. 1. 1889.

— Sur un appareil nouveau pour les recherches zoologiques et biologiques dans des profondeurs déterminées de la mer. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. Bd. 109. 1889.

Pouchet G. et Chabry, L., Sur un filet fin de profondeur. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris Bd. 39. 1887.

Vergleiche dazu auch:

Marenzeller, E. von, über einen modernen Apparat zur Erforschung der Meerestiefen. Verhandl. d. k. k. Zool. bot. Ges. Wien. Abh. Bd. 40. 1890.

— Zur Erforschung der Meere und ihrer Bewohner. Gesammelte Schriften des Fürsten Albert von Monaco. Verlag Hölder. Wien. 1891.

[1] Mörth, Die Ausrüstung S. M. S. „Pola" für Tiefseeuntersuchung. Bericht d. Komm. z. Erforsch. des östl. Mittelmeeres. Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien. Bd. 59. 1892.

[2] Viguer, L., Nouveau filet pélagique à fonctionnement automatique. La Nature. Bd. 18. 1890.

Barrois hat 1892[1] das Vorhang-Schließnetz Monacos in etwas umgeänderter Form benutzt; der seidene Verschlußvorhang wird nämlich durch eine Schiebeplatte aus Kupfer ersetzt.

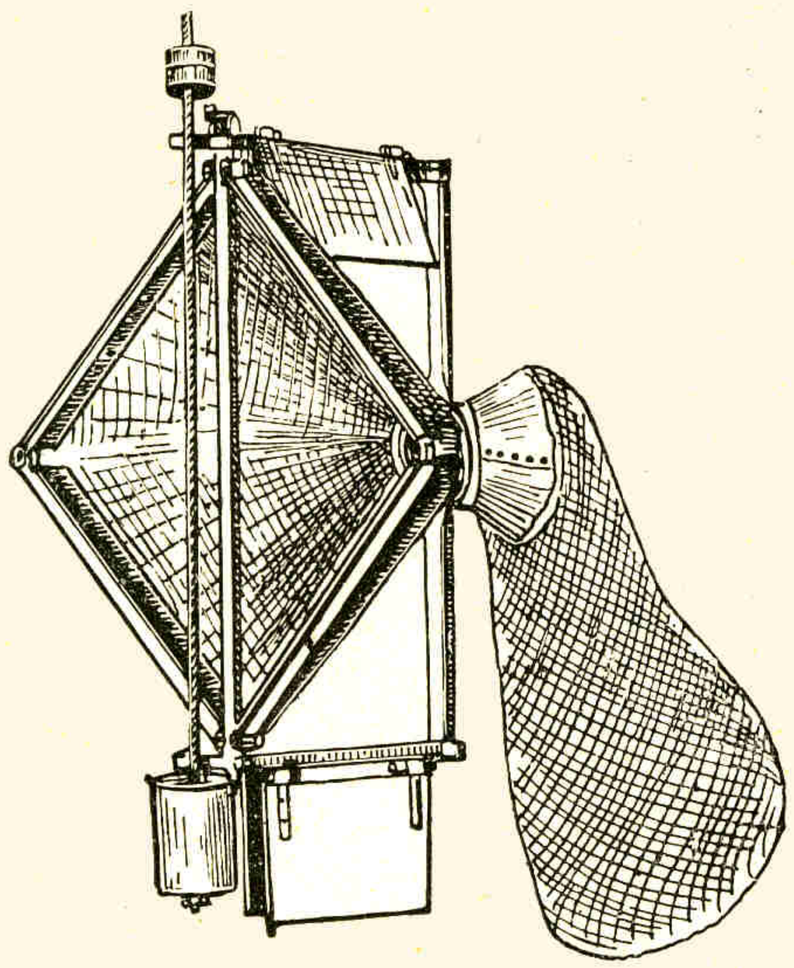


Abb. 69. Das von Richard abgeänderte Giesbrechtsche Schließnetz.
(Nach Richard aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.

Das Tannersche Schließnetz[2] (Abb. 68) wird offen versenkt, dann in der gewünschten Tiefe geschleppt und durch ein Fallgewicht so geschlossen, daß der hintere Teil abgeschnürt wird.

Das von Fric und Vávra[3] gebaute kleine Wagrecht-Schließnetz eignet sich nur für wenig tiefes Wasser, es beruht auf der Verwendung zweier Leinen, der einen zum Schleppen und der andern zum Zusammenschnüren, Schließen und Aufziehen.

De Livron[4] benutzt bei seinem Schließnetz den Wasserdruck zum Öffnen und Schließen. Ob aber seine Einrichtung je gebrauchs- und arbeitsfähig war, ist nicht ersichtlich.

Auch Giesbrecht[5] hat ein selbstschließendes Planktonnetz hergestellt. Es wird geschlossen versenkt; in der gewünschten Tiefe angekommen durch zwei Flügel geöffnet, die bei Beginn des horizontalen Ziehens eine Verschlußvorrichtung öffnen. Durch ein Fallgewicht wird es wieder geschlossen. Als Mängel des Netzes wird die Unsicherheit, mit der auch hier der Verschluß vor sich geht, bezeichnet.

[1] Barrois, Th., Description d'un apparail destiné à la recherche des organismes pélagiques par des profondeurs déterminées. Rev. Biol. Nord France. Bd. 4. 1892.
[2] Tanner, Z. L., On the applicances for collecting pelagic organismes, with spezial reference to those employed by the U. S. Fish. Comm. Bull. U. S. Fish and Fisheries. Bd. 14. 1894.
[3] Fric, A. und Vavra, V., Untersuchungen über die Gewässer Böhmens. 4. Die Tierwelt des Unterpocernitzer und Gatterschlagteichs als Resultat der Arbeiten an der übertragbaren zoolog. Station. Arch. naturw. Landesdurchforschung von Böhmen. Bd. 9. 1893.
[4] Livron, de, Drague pour pêcher de petits animaux à une profondeur donnée. Compt. Rend. Congr. Internat. Zool. 2me Session, Moscou. 1893.
[5] Giesbrecht, W., Ein neues Schließnetz. Mitt. Zool. Station Neapel. Bd. 11. 1893.

Eine durch Richard[1] etwas veränderte und verbesserte Form (Abb. 69) wurde vom Fürsten von Monaco auf seinen Kreuzfahrten benutzt.

Das sog. Helgoländer Brutnetz hat Heincke[2] beschrieben. An der Helgoländer-Anstalt wird es hauptsächlich zum Fange von Fischbrut benutzt. Verbunden mit entsprechendem Netzzeug und in anders gewählter Größe läßt sich natürlich diese Netzform auch für viele andere Zwecke gebrauchen. Wie aus der Abb. 70 hervorgeht, wird es durch zwei weit auseinander stehende Reifen offen gehalten. An jedem derselben ist eine Leine befestigt. Wird es an der vordern gezogen, so öffnet es sich, benutzt man aber die am zweiten Reif befestigte Leine, so faltet es sich und wird geschlossen. Es ist dies natürlich kein ganz genauer, aber doch für manche Fälle ausreichender Verschluß.

Dieses Helgoländer Brutnetz (Abb. 70) ist später von Lornsen etwas umgeändert worden und heißt in dieser zweiten Form Helgoländer Scherbrutnetz (Abb. 71). Die Netzmündung ist viereckig; an der untern Seite ist ein ebenfalls viereckiges, schräg nach unten abstehendes Scherbrett angebracht; beim Ziehen des Netzes durch das Wasser bietet das Brett großen Widerstand und verhindert dadurch den sonst fast unvermeidlichen Auf-

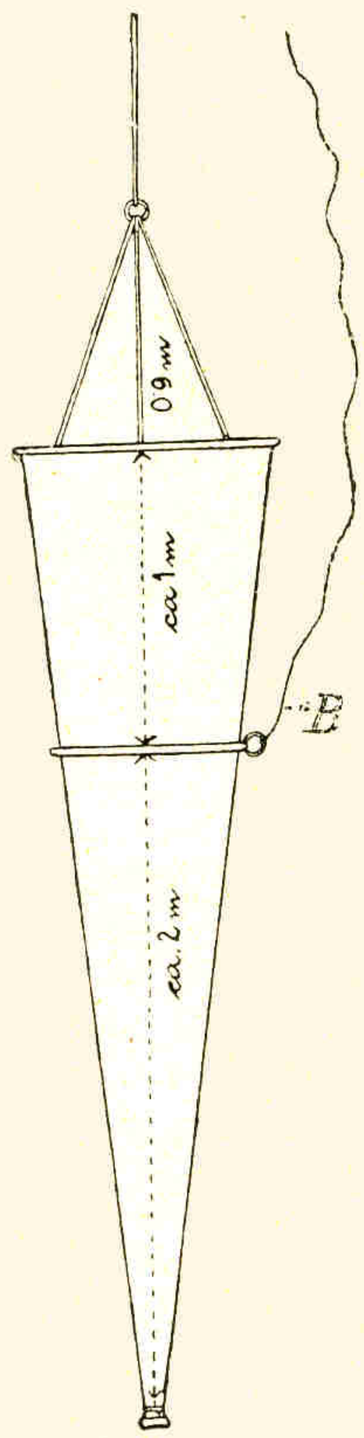


Abb. 70. Helgoländer Brutnetz.

[1] Richard, Modification du filet bathy-pélagique de Giesbrecht. Bull. Soc. Zool. France. Bd. 21. 1896.
[2] Heincke, Die Arbeiten der biolog. Anstalt auf Helgoland. Wiss. Meeresuntersuchung. Abt. Helgoland. Bd. 1. 1894.

trieb. Das Netz bleibt dann recht gut in der gewünschten Tiefe und fischt dort wagrecht.

Das von Birge[1] im See Mendota U.S.A. verwendete verschließbare Netz ist hauptsächlich zum

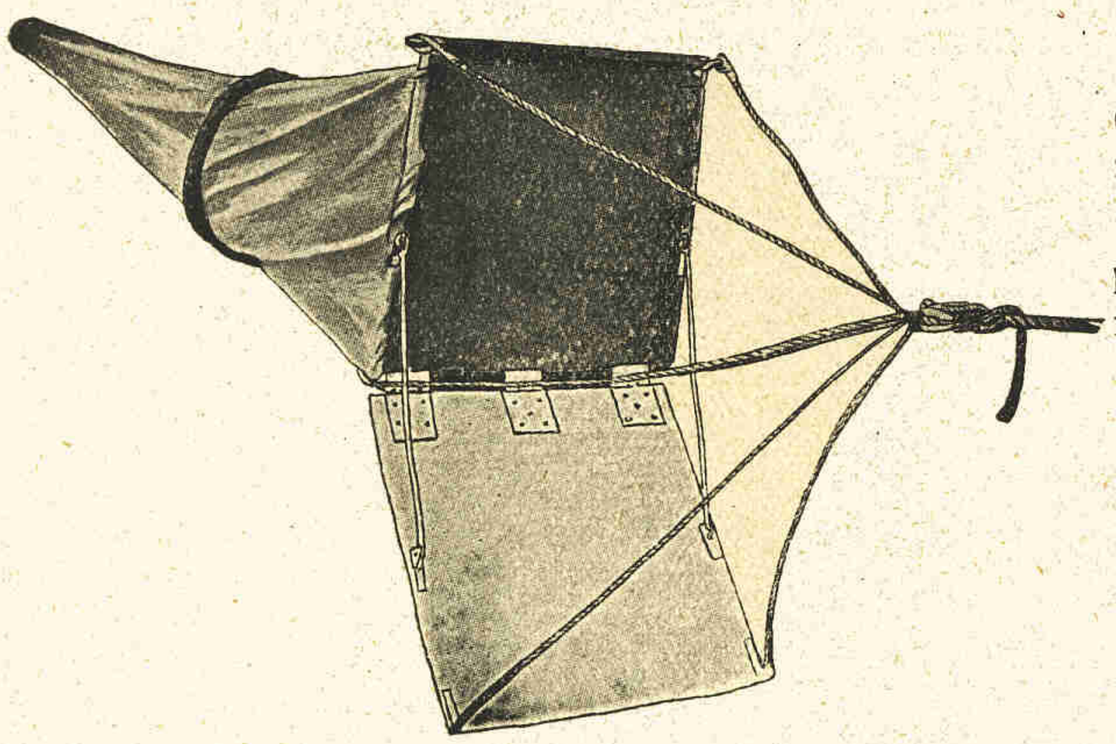


Abb. 71. Helgoländer Scherbrutnetz.
(Nach Heincke aus Steuer, Planktonkunde, Verlag B. G. Teubner, Berlin und Leipzig.)

Vertikalfang gebaut und in seiner Handhabung recht schwierig, da viele Leinen nötig sind. Die Verschlußklappe wird mit Hilfe von Gewichten und Fallgewichten wagrecht geöffnet und geschlossen.

Das Schließnetz von Lakowitz[2] soll gut arbeiten, da der Verschlußmechanismus mit Leinen gehandhabt werden muß, für Fänge in größeren Tiefen aber wenig geeignet sein.

Auch das Schließnetz von Townsend[3] ist zu senkrechten oder schiefen Fängen gebaut. Das Netz wird offen versenkt und dann durch ein Fallgewicht geschlossen, das die zwei halbkreisförmigen Bügel zum Verschluß bringt. Nachteile: offenes Versenken, Unsicherheit beim Verschluß.

Horizontales Schließnetz nach Cori[1]. Es wird mit einem ersten Fallgewicht geöffnet und mit einem zweiten wieder geschlossen.

Hofer[2] hat für seine Planktonuntersuchungen im Bodensee das Corische horizontale Schließnetz in etwas abgeänderter Form benutzt und äußert sich sehr günstig; Burckhardt hingegen ist damit nicht zufrieden.

Eine weitere Schließnetzform wurde von Marsh[3] beschrieben; das Netz wird offen versenkt und dann mit einem Fallgewicht geschlossen.

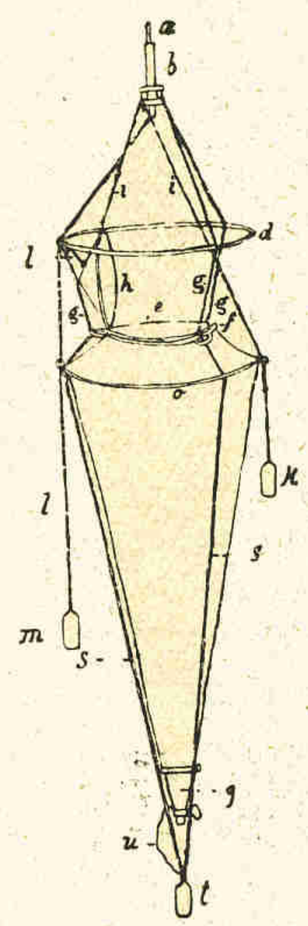


Abb. 72. Das Senkrecht-Schließnetz von Burckhardt. (Nach Burckhardt aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

a Drahtseil,
b Cori's Auslösevorrichtung,
d großer oberer Reif,
e Reif der Netzöffnung,
f Tragreif mit Ösen,
g Aufhängeschnüre desselben,
h Deckel,
i Schnur, k Gewicht } zum Schließen des Deckels,
l Schnur, m Gewicht } zum Offenhalten des Deckels
o unterer großer Reif,
q Trichter mit Ausflußrohr,
s Schnur zum Gewicht t,
t 3 kg Gewicht,
u lose Verbindung zwischen Trichter und Gewicht.

Abb. 73. Schließvorrichtung am Petersen-Schließnetz.
(Nach Apstein).

[1] Birge, Plankton studies on Lake Mendota. Trans. Wiscon. Acad. Sc. Arts and Letters. Bd. 10. 1895

[2] Lakowitz, Ein neues Horizontal-Schließnetz. Schr. naturf. Ges. Danzig. Bd. 9. 1896.

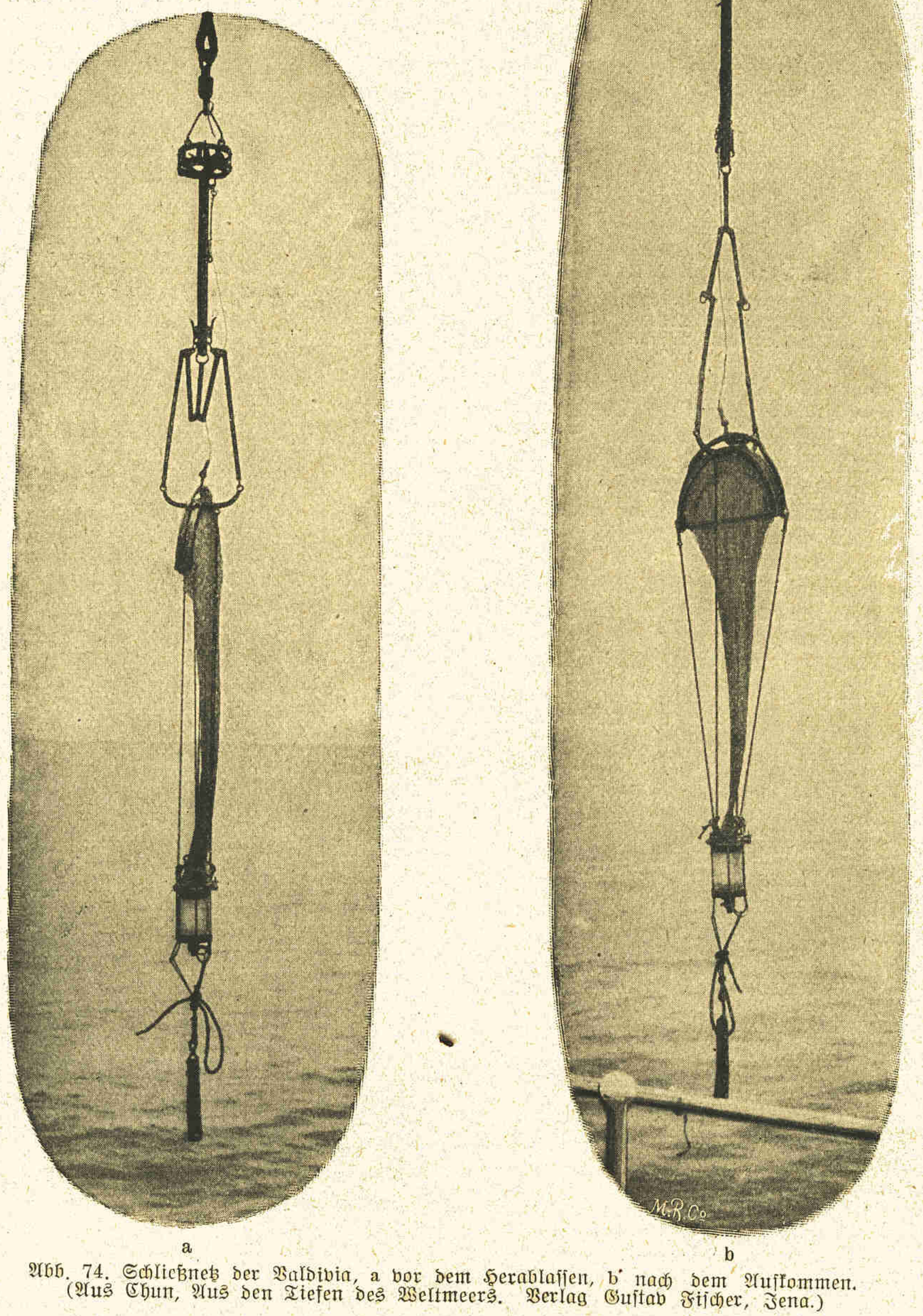
[3] Townsend, Description of a closing tow-net for submarine use at all depths. Rep. U. S. Comm. Fish a. Fisheries. 1896.

[1] Cori, Ein horizontal fischendes Schließnetz. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. 14. 1897.

[2] Hofer, Die Verbreitung der Tierwelt im Bodensee usw. Schrift.-Ver. für Geschichte des Bodensees. Heft 25. 1896.

[3] Marsh, On the limnetic Crustacea of Green Lake. Trans. Wiscon. Acad. Sci. Arts and Letters. Bd. 11. 1897.

Zu seinen Planktonuntersuchungen im Vierwaldstättersee hat Burckhardt ein „senkrecht arbeitendes Schließnetz" gebaut, das wir etwas eingehender darstellen wollen (Abb. 72). Der Verschluß wird dabei durch einen Deckel aus Weißblech von der Form eines flachen Kegels bewirkt. Burckhardt schreibt: „Dieser Deckel (h) umschließt mit seinem Rand genau den Reif an der Öffnung des Netzes (e), der mit weichem Wollstoff umwickelt und darüber mit Barchent umkleidet ist. An diesem Reif ist er durch ein Scharnier befestigt. Des Deckels wegen



a b

Abb. 74. Schließnetz der Valdivia, a vor dem Herablassen, b nach dem Aufkommen.
(Aus Chun, Aus den Tiefen des Weltmeers. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

kann das Netz nicht an diesem Reif aufgehängt werden, sondern die 3 Schnüre (g g g) werden an einem zweiten Reif von gleichem Durchmesser (f) befestigt, der zu diesem Zwecke drei nach außen vorstehende Ösen trägt. Dieser zweite Reif läuft unter dem ersten um den Barchent des Hensenschen Kegels und trägt so das ganze Netz. Von den Ösen dieses Reifes laufen die drei Schnüre zu dem großen Reif an der Basis des Hensenschen Kegels (o), von da nach unten (s) und vereinigen sich unter dem Eimer, wo sie ein 3 kg schweres Gewicht (t) tragen. An diesen Vereinigungspunkt ist auch der Eimer (q) lose festgebunden (n), damit das Netz beim Herunterlassen nicht in Unordnung komme.

Wenn das Netz offen ist, steht der Deckel senkrecht. Damit dies möglich sei, wurde etwa 50 cm

über der Netzöffnung ein vierter Reif (d) befestigt, der denselben Durchmesser hat, wie der am Grunde des Hensenschen Kegels (o). Am Deckel hängen an Schnüren zwei Gewichte, das eine (0,7 kg) öffnet ihn oder hält ihn offen, seine Tragschnur (l) läuft durch eine Öse des obern (d) und des untern (o) großen Reifes. Das zweite, 1,2 kg schwere (k) schließt den Deckel; die dasselbe tragende Schnur (i) läuft unter dem obern (d) und über dem untern (o) großen Reif.

Das Netz wurde von Burckhardt zuerst geschlossen versenkt, dann durch das erste Laufgewicht geöffnet, hierauf in eine bestimmte Höhe gezogen und dann mit dem zweiten Laufgewicht geschlossen und an die Oberfläche geholt.

Später hat Burckhardt das Netz aber offen versenkt, es mit dem ersten Laufgewicht geschlossen und die Einrichtung so getroffen, daß das zweite Laufgewicht alle 4 Ringe mit dem geschlossenen Deckel umkippen machte. Damit wurde es ihm möglich, immer genau festzustellen, ob der Deckel durch das erste Laufgewicht geschlossen worden war oder nicht; war dies nicht der Fall, so brachte ihn eben das zweite Fallgewicht nicht zum Schließen, und das Netz kam offen an die Oberfläche. Weiter wurde durch das Umkippen der 4 Reifen der Widerstand des Netzes beim Aufziehen ganz wesentlich vermindert.

Das Petersensche[1] Schließnetz ist eine Abänderung von Hensens Planktonnetz. Es ist zuerst von Apstein abgebildet worden (Abb. 73).

Das auf Abb. 74 a u. b dargestellte Netz wurde auf der deutschen Tiefsee-Expedition (Valdivia) gebraucht. Es ist eine von Chun etwas abgeänderte Bauform des an der zoologischen Station in Neapel tätigen Ingenieurs Petersen. Es wird verschlossen versenkt; ein Schraubenflügel (Propeller) öffnet es beim Aufwinden, dann bleibt es eine Strecke offen und schließt sich wieder selbsttätig. Es kann eine Strecke von 20—600 m je nach Wunsch durchfischt werden.

Voigt endlich hat in den Forschungsber. der biologischen Station zu Plön (Bd. 9. 1902) eine hauptsächlich für kleinere Verhältnisse geeignete Schließnetzform beschrieben. Sie wird geschlossen versenkt, durch ein erstes Fallgewicht geöffnet und durch ein zweites geschlossen.

Ein etwas abgeändertes Chun-Petersen-Schließnetz hat Lo Bianco[2] bei Capri gebraucht und, wie es scheint, befriedigende Ergebnisse gehabt.

Das Nansensche[3] Netz ist nur zu senkrechten Fängen zu benutzen. Es wird offen versenkt, dann in die gewollte Höhe gezogen und durch ein Fallgewicht geschlossen und zwar so, daß das Traggestänge ausgehakt wird und eine nun in Tätigkeit tretende zulaufende Leine den Netzbeutel schließt.

Auch die „Scotia-Expedition" hat ihr eigenes Schließnetz gehabt[4]. Es gleicht stark dem Nansenschen.

Eine neuartige Form eines Schließnetzes hat Buchmann-Wollaston[1] beschrieben; dasselbe arbeitet nur während des Versenkens, indem die Netzöffnung vorangeht. Es hat dies den Vorteil, daß die gefilterte Wassersäule nicht durch die Schleppleine gestört wird.

Ein sehr einfach gebautes, aber gut arbeitendes Schließnetz ist das von Friedinger (Abb. 75 a u. b). Es eignet sich namentlich für Seen. Die Länge des ganzen Netzes beträgt 1,3 m. Durch eine besondere Vorrichtung kann der obere aus Leinwand bestehende Teil abgeschnürt und geschlossen werden.

Diesem ähnlich ist ein neuerdings von Juday beschriebenes Schließnetz gebaut. (Anmerk. Seite 62.)

Das selbstschließende Horizontalnetz nach Kofoid[2] (Abb. 76 a—c). Dieses, wie es scheint, sicher arbeitende Horizontalnetz ist in der marinen biologischen Station San Diego in Kalifornien seit einer Reihe von Jahren im Gebrauch. In der

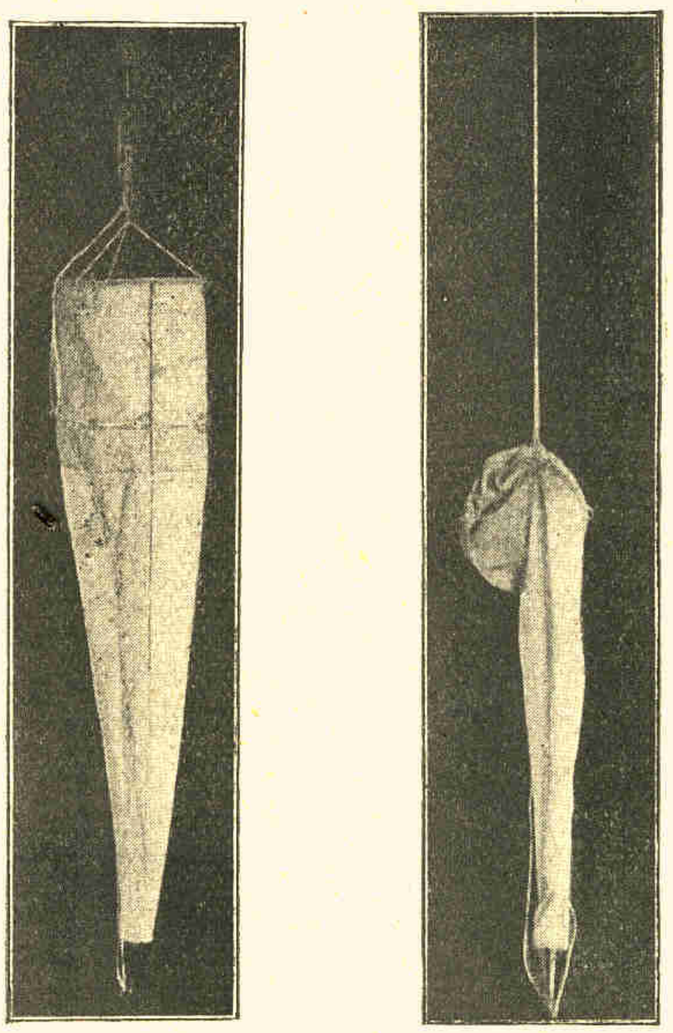


Abb. 75. Friedingers Schließnetz.
a offen, b geschlossen.

dargestellten Größe eignet es sich hauptsächlich für Meeresuntersuchungen; sein gewöhnliches Gewicht beträgt 70 kg; da der plätteeisenförmige Schlitten unten am Netzrahmen hohl ist, kann dasselbe aber, wenn nötig, durch Einschieben von Gewichten noch vermehrt werden.

Form und Gewicht des Netzrahmens bedingen, daß das Gerät ganz stabil in seiner Horizontallage bleibt. Weiter wird der Netzbeutel h durch eine vom Rahmen ausgehende Stange getragen und in der gewünschten Lage gehalten.

Die Netzöffnung ist 37 cm weit; sie wird durch zwei halbkreisförmige Klappbogen gebildet; diese drehen sich um eine in den seitlichen Rahmenkammern liegende Achse. Die kräftigen Federn, die die beiden Bogen bewegen, liegen rings um die Achsen in den

---

[1] Siehe bei Apstein, Plankton in Nord- und Ostsee auf den deutschen Terminfahrten. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel. N. P. Bd. 9. 1906.

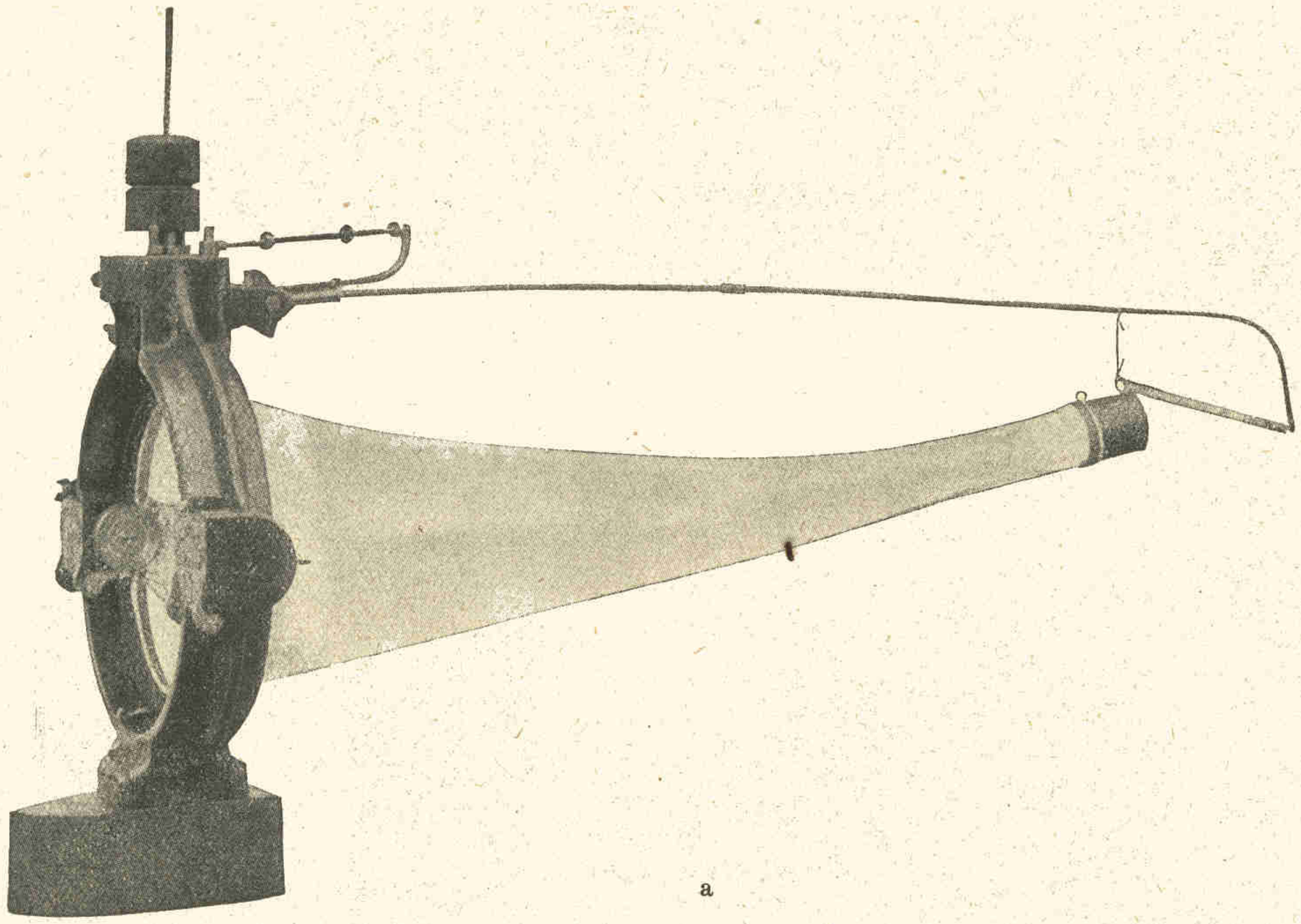
[2] La pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht „Puritan" usw. Mitt. Zoolog. Station Neapel. Bd. 16. 1893.

[3] Gran, Nordhavets fritsvaevende plante-og dyreliv (plankton) in: Hjort, Norges fiskerier. Bd. 1. 1905.
Herdmann, The marine biological station at Port Erin usw. Proc. Liverpool. Biol. Soc. Bd. 22. 1908.

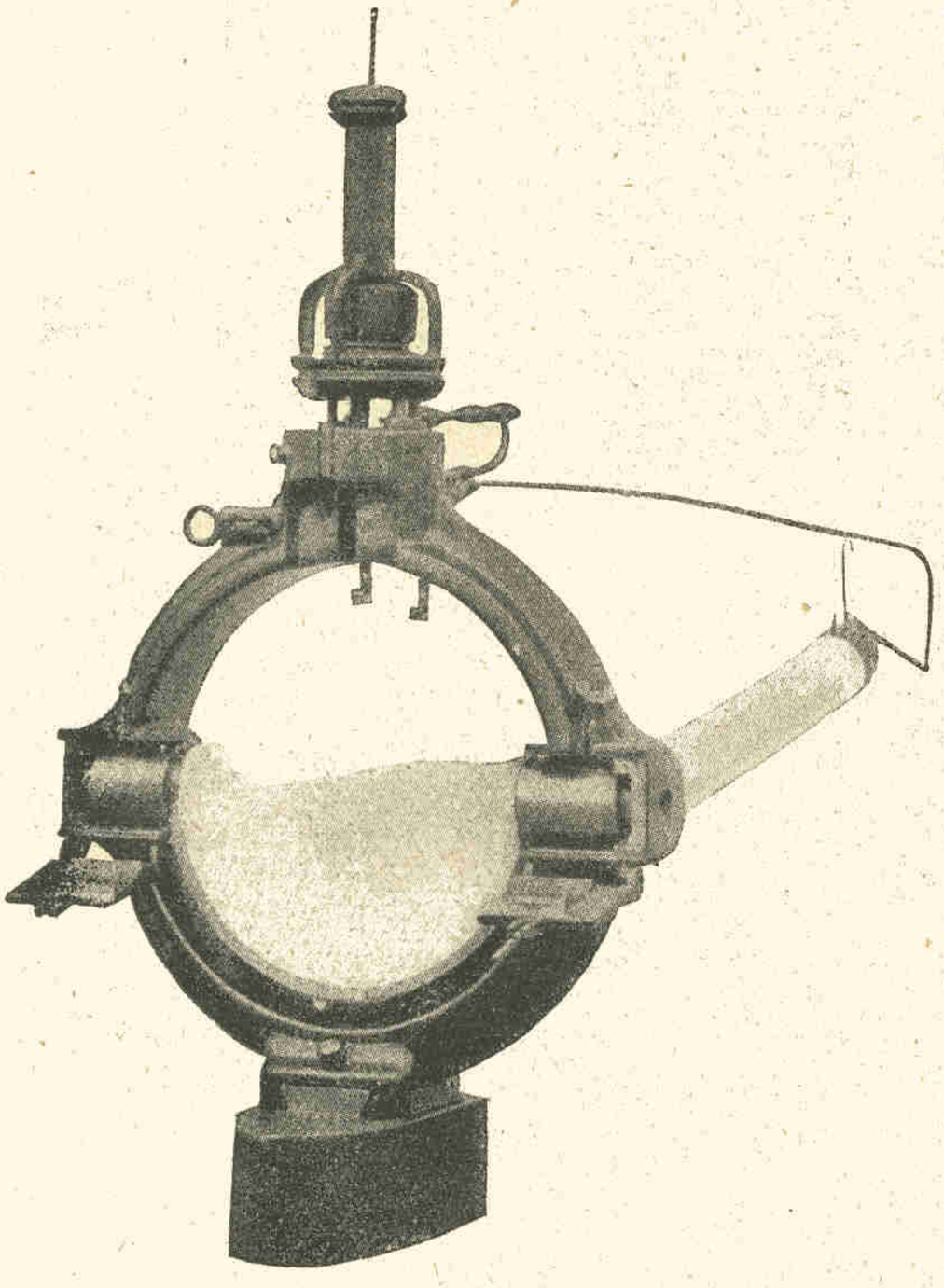
[4] Bruce, The „Scotia" closing plankton-net. Proc. Roy. phys. Soc. Edinburgh. Bd. 15. 1904.

[1] On a new form of plankton-net, designed to make truly vertical hauls in any weather. Cons. Perm. Internat. Explor. de la Mer. Publications de Circonstance. Nr. 58 bis 59. 1911.

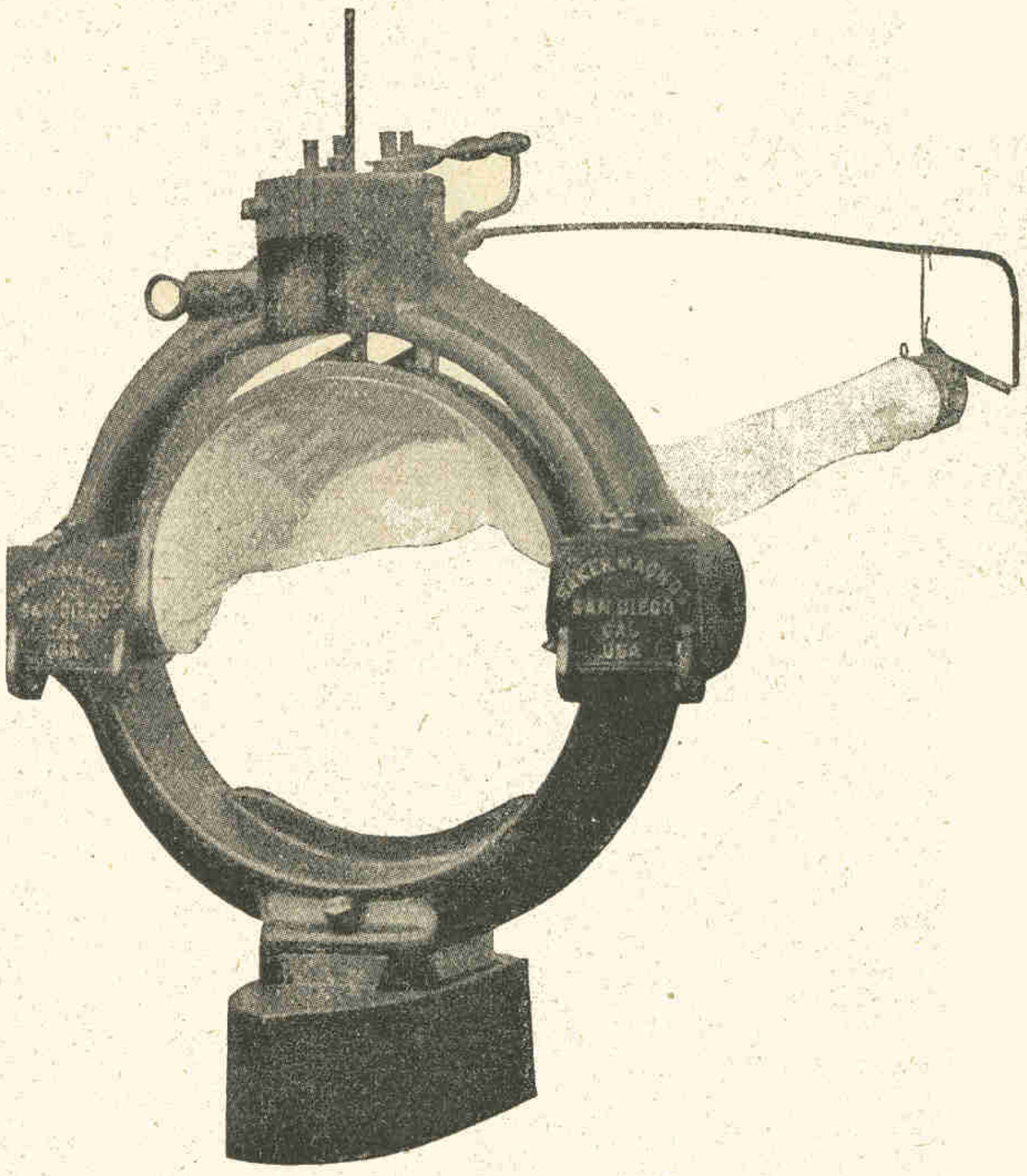
[2] Kofoid, Chr. A., On a self-closing Plankton-Net for horizontal Towing. University of California. Publications in Zoology. Vol. 8. 1911.



a



b



c

Abb. 76a—c. Das selbstschließende Horizontalnetz von Kofoid.
(Nach Kofoid aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 5. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

Naben. Die Achsen selbst werden durch festsitzende Stellschrauben in einer Stellung gehalten, die den Federn die gewünschte Spannung gibt. Die Klappbogen drehen sich um die Achse; der obere Bogen wird dabei durch die rechtsseitige Feder bewegt. Jede Nabe besteht aus einem äußern und einem innern Teil, von denen jeder mit einem der Klappbogen verbunden ist; jedoch in den beiden Naben in umgekehrtem Sinne.

Das Netz wird verschlossen versenkt (Abb. 76a); beide Klappbogen sind nach oben gespannt und werden

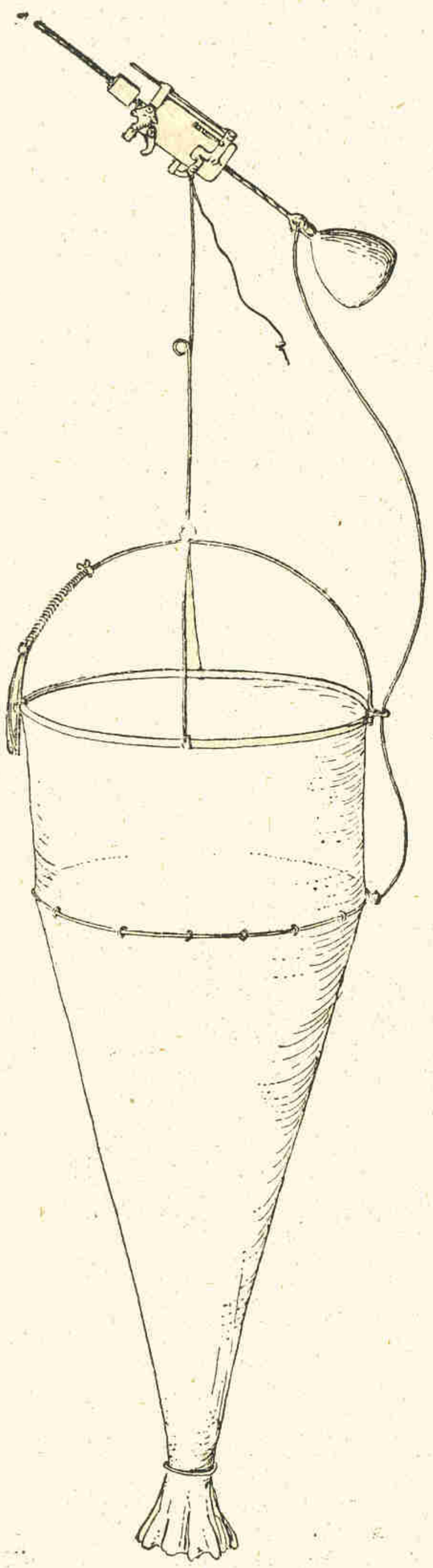


Abb. 77a. Das Bigelow-Schließnetz geöffnet.
(Aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 5. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

dort durch je einen Haken festgehalten; diese Haken gehen durch das Kopfstück des Tragrahmens hindurch und ragen oben mit ihrer Spitze hervor. Ist das Netz in die gewünschte Tiefe gelangt, wird ein erstes Fallgewicht hinuntergelassen (Abb. 76b). Es schlägt auf die innere vorragende Hakenspitze; der innere Haken wird nach unten gedrückt und dadurch der eine Klappbogen frei, der nun nach unten umschlägt. Jetzt ist das Netz offen. Soll es geschlossen werden, so wird das zweite Fallgewicht hinuntergelassen, das vermöge seiner besondern Form über

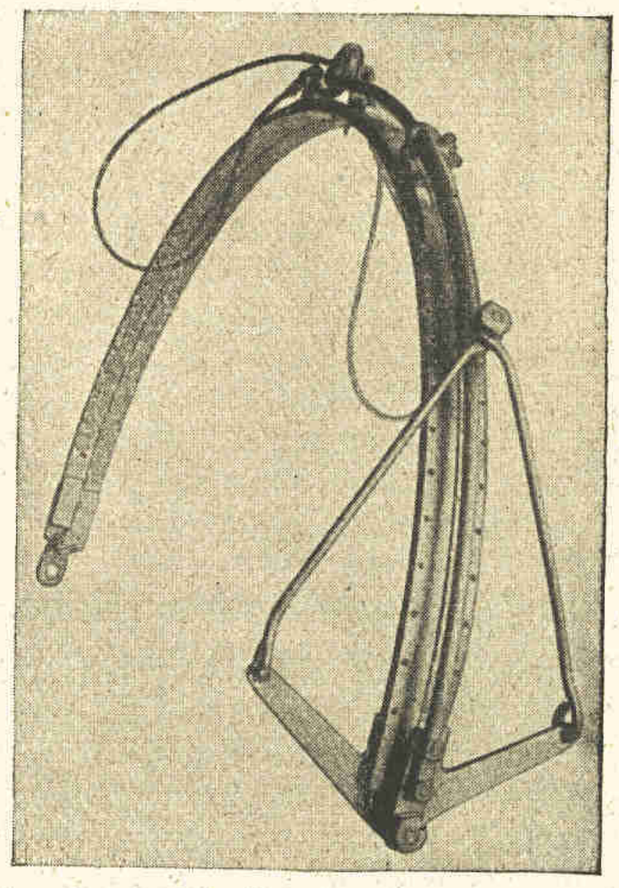


Abb. 77b. Der geschlossene Netzrahmen am Bigelow-Schließnetz. (Nach Bigelow.)
(Aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 5. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

das erste weggreift, den äußeren Haken trifft und den zweiten Klappbogen frei macht, der nun ebenfalls nach unten umschlägt und das Netz wieder schließt.

Nach dem Aufziehen kann der Netzbeutel aus dem äußern Rahmen herausgenommen und durch Abspritzen so behandelt werden, daß sich der gesam-

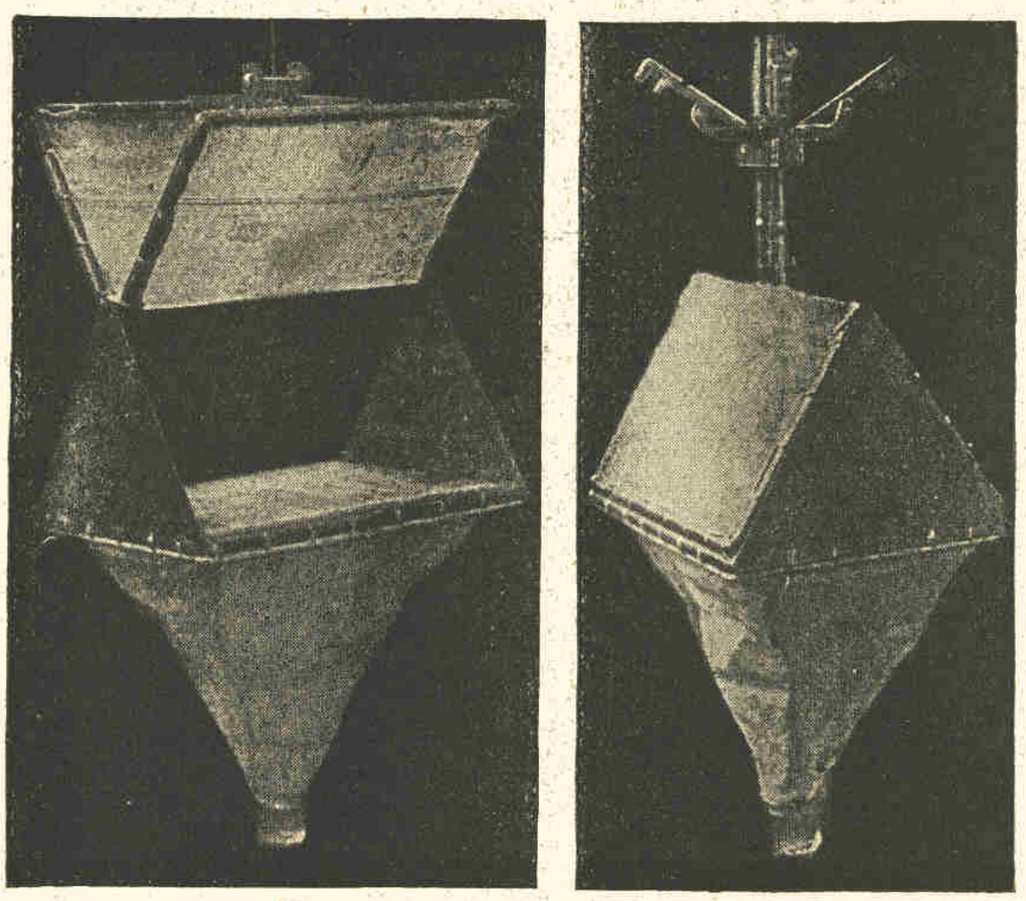


Abb. 77c. Das Grundschließnetz Ruttners in geöffnetem und geschlossenem Zustande. (Nach Ruttner.)
(Aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 6. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

melte Inhalt im Eimer ansammelt. Als Tragkabel wird ein 10 mm dickes Stahldrahtseil benutzt, das durch einen Schlitz des Kopfstückes des äußern Rahmens geht und dessen Endschlaufe von einem queren

Stahlbolzen festgehalten wird. Der Ring dieses Bolzens ist auf Abb. 76 b u. c oben links sichtbar.

Schließlich hat Bigelow[1] eine leicht herzustellende Schließnetzform, eine Verbindung der Chun-Petersen-Nansen-Netze beschrieben (Abbildung 77 a—b). Es wird verschlossen versenkt, dann durch ein erstes Fallgewicht geöffnet, durch ein zweites wieder geschlossen. Die Vorrichtung ist sehr einfach gearbeitet und soll sicher gehen.

Im Jahre 1913 beschrieb endlich noch Arwidsson[2] ein schließbares Planktonnetz zum Wagrechtfang. Die Netzöffnung wird von einem breiten, festen Metallring gebildet. Eine runde, in diesen hineinpassende metallene Drehscheibe schließt oder öffnet das Netz, das geschlossen versenkt, durch ein erstes Fallgewicht geöffnet und durch ein zweites wieder geschlossen wird. Die Abb. 77 c zeigt schließlich noch Ruttners Grund-Schließnetz.

Die sog. quantitativen Netze.

Im Grunde können alle Planktonnetze, bei denen es möglich ist, die durchfischte Wassersäule genau zu berechnen und die wenigstens bestimmte Größengruppen von Planktonformen in dieser Wassersäule vollständig oder doch nahezu vollständig einfangen, als quantitativ bezeichnet werden. Es sind also Netzformen, die ermöglichen, die Planktonerzeugung in einer gegebenen Wassermasse wenigstens in Bezug auf einzelne Glieder ihrer Menge nach zu erfassen. Früher war man der Meinung, daß es möglich sei, mit solchen Netzen überhaupt das gesamte Plankton, das Vollplankton, zu fangen und daß man mit Hilfe dieser Netze vollen Einblick in die Planktonerzeugung eines Gewässers erlangen könne. Dies ist nun tatsächlich nicht möglich, da es weder Netzstoffe, noch Netzformen gibt, die das Vollplankton, das Gesamtplankton, zurückhalten. Ein gut arbeitendes quantitatives Planktonnetz kann mir im besten Falle nur über die Menge jener Planktonten in der durchfischten Wassersäule Aufschluß geben, die vom Netz infolge seiner besondern Maschenweite zurückbehalten werden. Dies hat man stets zu berücksichtigen. Das quantitative Netz gibt mir Aufschluß über die in der Wassersäule vorhandene Menge Teilplankton. Dieses Teilplankton umfaßt nur Formen in annähernd vollständiger Menge, die in ihrer Größe über der Größe der Netzmaschen stehen. Das quantitative Planktonnetz gibt mir also nur über die Menge bestimmter Größenklassen von Planktonten Aufschluß. Soll die Menge des erzeugten Planktons überhaupt bestimmt werden, so sind mehrere quantitative Netzformen mit verschiedener Maschenweite, Pumpe, Zentrifuge und allfällig noch Filter und Planktonkammer nebeneinander zu benutzen. Erst die Verbindung all dieser Geräte ermöglicht die genauere Ermittlung des in einer gegebenen Wassermenge erzeugten Vollplanktons. Quantitative Planktonnetze sind natürlich zu derartigen Arbeiten unbedingt nötig. Die Netze erst ermöglichen den Fang größerer und im Wasser seltener vorhandenen Planktonten in genügender Menge. Wie muß ein solches Netz beschaffen sein? Im idealsten Falle so, daß die der Netzmaschenweite entsprechenden Größenklassen von Planktonformen restlos gefangen werden und sich die durchfischte Wassersäule genau berechnen und auch restlos durchfischen läßt. Leider ist dies nicht in vollem Umfange möglich. Niemals wird nämlich die aus Netzöffnung und zurückgelegtem Weg errechnete Wassersäule vollständig gefiltert werden; immer wird eine gewisse Menge Wasser infolge des Widerstandes des Netzgewebes von der Öffnung weggedrängt werden. Man hat versucht, dem abzuhelfen, indem die filternde Netzfläche im Verhältnis zur Einströmungsöffnung recht groß gemacht wurde. Hensen hat dies dadurch erreicht, daß er am filternden Netzkegel vorn einen kegelstumpfartigen Aufsatz aus nicht filterndem Barchent anbrachte. So kam die auf Abb. 66 dargestellte Netzform zustande. Sie wird deshalb gewöhnlich als Hensensches quantitatives Netz bezeichnet, und der kegelstumpfartige Aufsatz vorn heißt der Hensensche Kegel. Bei gleichbleibender filternder Fläche vermindert er die Einströmungsöffnung ganz beträchtlich, und die Möglichkeit, daß eine durchzogene Wassersäule vollständig durchsiebt wird, ist dadurch bedeutend größer. Leider gibt es aber bis heute keine Netzform, bei der dies tatsächlich restlos der Fall wäre. Auch beim Hensenschen quantitativen Netz, das übrigens in drei verschiedenen Größenformen im Gebrauch ist, trifft dies nicht zu. Infolge des Widerstandes der filternden Netzfläche wird immerhin noch eine bestimmte Wassermenge von der Netzöffnung weggedrängt. Dies ist bei der Berechnung der durchfischten Wassermenge zu berücksichtigen. Es entsteht ein Verlust. Hensen drückt ihn durch den sog. „Filtrationskoeffizienten" aus, d. h. durch das Verhältnis der Wassersäule, die nach dem Ausmaß des Netzes durchfischt werden sollte zu jener, die tatsächlich gefiltert wird. Dieser Koeffizient ist abhängig von der Feinheit der Netzgaze, dem Verhältnis von Gazefläche zu Einströmungsöffnung, von der Zugsgeschwindigkeit und auch von der Art und Menge des im Netze sich ansammelnden Planktons (Burckhardt). Der Netzkoeffizient ist schwer zu bestimmen[1] und ja eigentlich in jedem Zeitpunkt eines Zuges und natürlich auch bei jedem Netze ein anderer. Weiter hat namentlich Burckhardt darauf aufmerksam gemacht, daß die Netze infolge des Gebrauches immer weniger fangen, da die Netzmaschen enger werden usw., der Koeffizient auch wechselt. Zu seiner Bestimmung sind verschiedene Wege möglich. Leider mangelt uns hier der Raum, sie darzustellen. Der Koeffizient für das große Hensen-Planktonnetz soll bei einer Zugsgeschwindigkeit von ½ m in der Sekunde 1,34 sein. Für das mittlere Planktonnetz mit einer Eingangsöffnung von 155,3 cm² soll er nach Lohmann 1,39 und für das kleine mit 92 cm² Eingangsöffnung nach Apstein ebenfalls soviel betragen.

Ein weiterer Fehler beim Fischen mit quantitativen Netzen ergibt sich daraus, daß manche Planktonten noch genügend Eigenbewegung besitzen, um sich dem Fange durch die Flucht zu entziehen; dabei wirken die Zug- und Aufhängeleinen des Netzes recht ungünstig mit; sie reizen jene Wesen zur Flucht.

Die Abb. 66 gibt uns, wie bereits erwähnt, das Bild des großen Hensenschen quantitativen Planktonnetzes. Die filternde Fläche be-

[1] Bigelow, A new closing-net for horizontal use, with a suggested method of testing the catenary in fast towing. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 5. 1912.

[2] Arwidsson, Ein schließbares Planktonnetz zum Horizontalfang. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 6. 1913.

[1] Eine ausführliche Darstellung wie die Menge des von einem Netz filtrierten Wassers zu berechnen ist, findet der Leser bei Hensen; dort ist auch ein Gerät zur Messung der Filtrationsgröße dargestellt, kurz der ganze dahingehörende Fragenblock behandelt. (Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. I B. S. 76 u. f.)

steht aus Seidengaze Nr. 25. Es wird nur langsam versenkt, damit ein schwacher Wasserstrom von der Netzinnenwand zur Netzöffnung hin und dort heraus entsteht; derart wird ein Eintreten von Organismen während des Versenkens verhindert; unmittelbar über

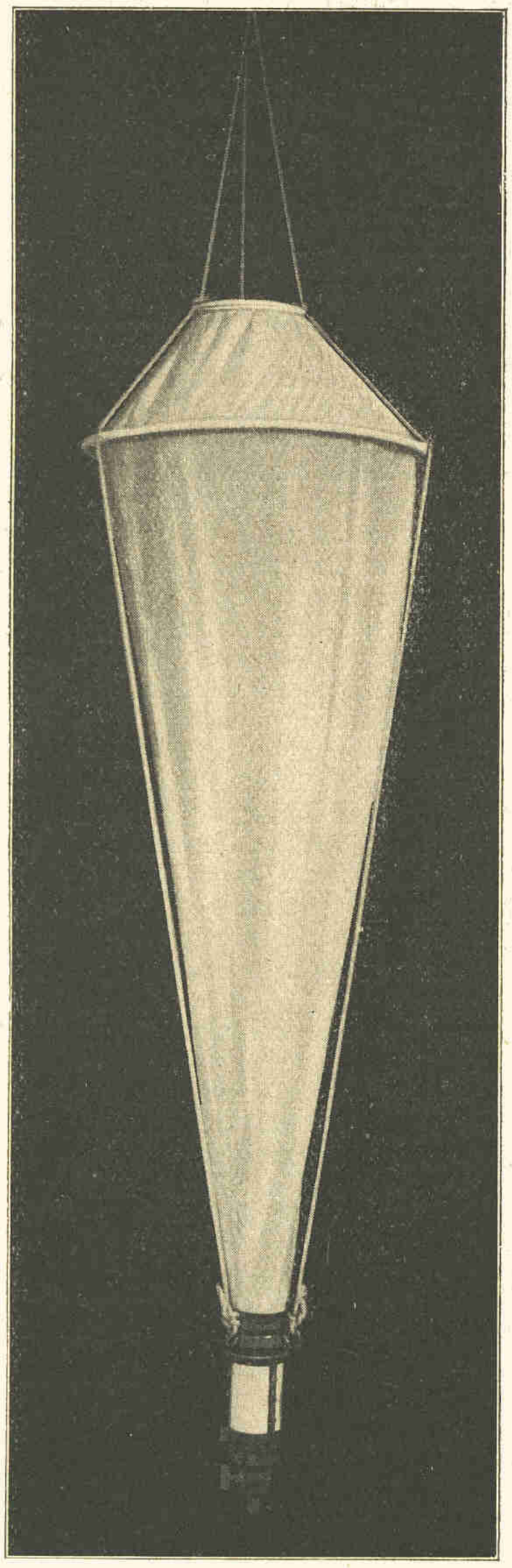


Abb. 78. Mittleres Planktonnetz. (Nach Apstein.)

dem Grunde — die Tiefe ist vorher gelotet worden — wird angehalten und dann mit ½ m Geschwindigkeit in der Sekunde eingeholt. In planktonreichen Gewässern, namentlich im Süßwasser, ist es zweckmäßig, diese Geschwindigkeit weiter zu vermindern bis auf ¼ m in der Sekunde.

Das mittlere (Abb. 78) und das kleine quantitative Netz (Abb. 79) sind kleinere Abbilder des großen; das kleine wird im Süßwasser verwendet. Der Netzeimer der beiden letztern wird zugleich als Filter benutzt (siehe Beschreibung und Abb. S. 63); durch Schräghalten wird nach Apstein das überflüssige Wasser durch die Gazewand abfließen gelassen und dann der nun an der Gaze haftende Fang mit der Spritzflasche in eine untergestellte Flasche mit Konservierungsflüssigkeit gespült. Als Maßzahlen gibt Apstein für das kleine quantitative Planktonnetz:

R = 12,5 cm, r = 2 cm, i = 40 cm,
x = 7,619 cm, α = 94,5°.

Für das mittlere Netz:

R = 20 cm, r = 3 cm, i = 100 cm,
x = 17,65 cm, α = 61,2°.

Für die beiden großen Hensenschen Netze betragen diese Zahlen:

R = 45 cm, r = 18,5 cm, i = 100 cm,
x = 30,63 cm, α = 24°
(47,6 cm) (20 cm) (152 cm)
(20,52°).

Bezüglich der Bedeutung von R, r, i, x und α vergleiche man das auf S. 65 Gesagte!

Der Hensensche Kegel hat beim kleinen Netz einen Öffnungsdurchmesser von 10,8 cm, beim mittleren von 14 cm. Die Seitenhöhe beträgt 20 cm. Der Kegel ist nach derselben Form wie der Netzkegel anzufertigen.

Die Größenverhältnisse dieser von Hensen und Apstein verwendeten quantitativen Netze sind verschiedentlich abgeändert worden. So benutzte Burckhardt folgende Maßverhältnisse:

Durchmesser der Öffnung	28 cm
Großer Durchmesser des Hensenschen Kegels	48 cm
Länge des Gazekegels	96 cm
Öffnung des Netzes	615,5 cm²
Gazefläche ungefähr	7400 cm²

Dazu verwendet derselbe Forscher einen weit einfacheren Netzeimer (s. Abb. 72 u. 79) ohne Gazefenster.

Da auch mit den besten wagrechtfischenden Netzen, selbst den besten Schließnetzen die durchfischte Wassermenge nicht genau bestimmt werden kann, wird zu

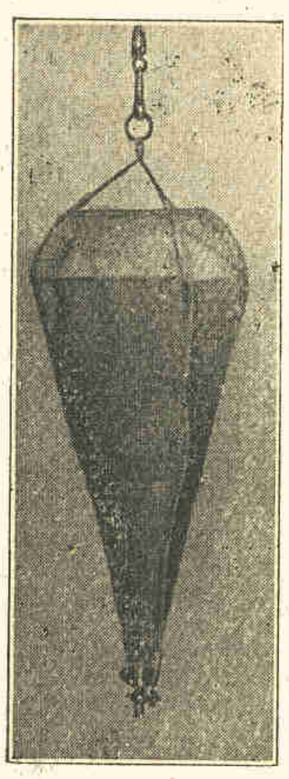


Abb. 79. Kleines Planktonnetz von Friedinger.

quantitativen Untersuchungen nur der senkrechte Fang benutzt.[1] Das Schiff muß dabei stilliegen; wird es abgetrieben, so kommt ein schiefer Fang zuwege, und die Ergebnisse sind ungenau; zu beachten

[1] Nur das Seite 81 dargestellte Verfahren von Kofoid gestattet auch quantitative schiefe Fänge.

ist noch, daß auf der Luvseite (d. h. die dem Winde zugekehrte Seite) gefischt wird, damit das Schiff oder Boot nicht über das Netz hinwegtreibt.

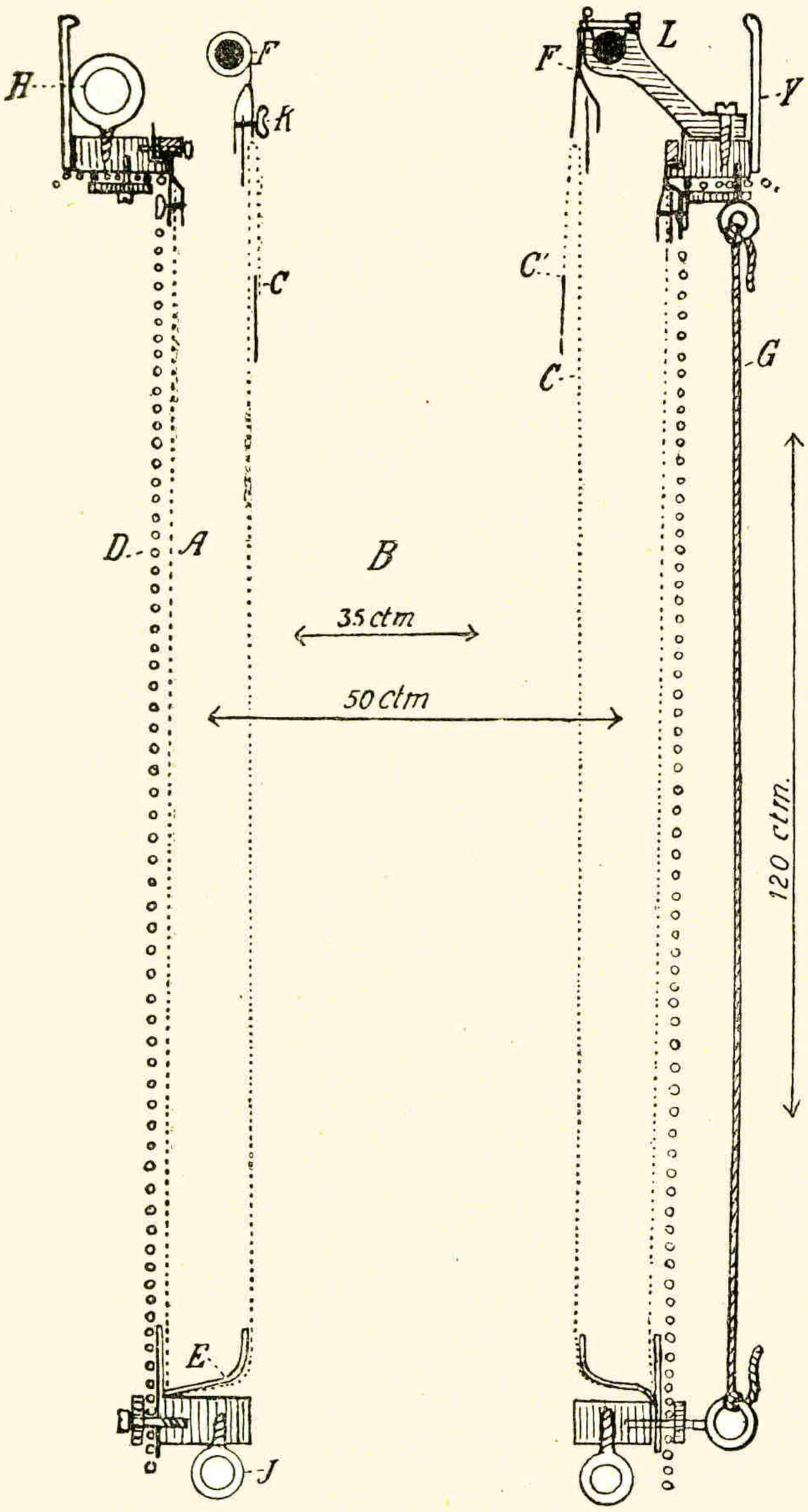


Abb. 80. Hensens Ringnetz. (Nach Hensen.)

Wenige Jahre vor Ausbruch des Krieges hat Hensen[1] eine neue Netzform, das Ringnetz, beschrieben, das wir ebenfalls der vorliegenden Gruppe von Netzformen zuordnen. Nach dem Urteil Lohmanns[1], der das Netz auf der Fahrt der „Deutschland" nach Buenos-Aires gebrauchte, ist es vorzüglich. Das Netz besteht aus zwei ineinander geschobenen Zylindern aus Seidengaze Nr. 25. Beide Zylinder (A und B der Abb. 80) sind gleich hoch, aber verschieden weit. Hinten, bezw. unten sind sie durch einen ringförmigen Metallstreifen (E) verbunden, auf dem sich das erbeutete Plankton ansammelt und von wo es mit Hilfe einer Abflußröhre abgelassen werden kann. Dieser Metallstreifen bildet also den Boden des Netzes. Am ringförmigen Netzeingang vorn, bezw. oben, wird der Netzstoff durch zwei Metallreife getragen; diese sind durch Bügel (L) in unveränderlichem Abstande fest verbunden. Das zu filternde Wasser tritt also vorn am Ringnetz ein und wird nun durch die beiden röhrenförmigen Netzwände gesiebt. Die Siebfläche ist im Verhältnis zur Eingangsöffnung sehr groß. Infolge seiner Form sinkt das Netz leicht und kann auch wieder leicht gehoben werden. Die Länge des von Lohmann verwendeten Netzes betrug 1,20 m, der innere Durchmesser 35 cm, der äußere 50 cm.

Für quantitative Oberflächenfänge hat Kolkwitz[2] den sog. Planktonwassermesser (Abbildung 81) erdacht. Es ist ein Planktonnetz in Verbindung mit einem Wassermesser. Die Eintrittsöffnung ist 10 cm weit; der vordere messingene Teil besitzt im Innern eine Flügelschraube (Woltmann-Schraube) aus Zelluloid; durch ihre Drehungen wird ein Uhrwerk in Bewegung gesetzt und ein Zeiger läßt auf einem Zifferblatt die Anzahl der durchströmten Liter ablesen. Jeder Flügelumdrehung entspricht eine Durchflußmenge von 2 Litern. Die Wand des Messinggehäuses ist 2 mm dick; der ansitzende Netzbeutel mindestens 1 m lang. Das Gerät wurde von Siemens u. Halske hergestellt. Die Fehlergrenze soll wie bei allen Wassermessern 5% betragen.

Quantitative Oberflächenfänge können auf einfache Art so ausgeführt werden, daß mit einem Litergefäß eine bestimmte Wassermenge, sagen wir 50 Liter, geschöpft und in ein hingehaltenes Planktonnetz gegossen werden (vgl. Abb. 82).

Eine Netzform zum Abfischen von Pflanzenbeständen, seichten Uferstellen und Tümpeln.

Zum Abfischen von unter Wasser wachsenden Pflanzenbeständen und von Gewässern, die an schwebenden Abfall- und Faulstoffen (Detritus) sehr reich sind, ist das Benutzen feiner Gazenetze nicht anzuraten. Letztere leiden dadurch ganz außerordentlich, indem die Verunreinigung schwer vollständig wieder

[1] Hensen, V., Das Leben im Ozean nach Zählungen seiner Bewohner. (Schlußband der Ergebnisse der Planktonexpedition). Lipsius & Fischer. Kiel. 1911.

[1] Lohmann, Beiträge zur Charakterisierung des Tier- und Pflanzenlebens in den von der „Deutschland" während ihrer Fahrt nach Buenos-Aires durchfahrenen Gebieten des Atlantischen Ozeans. Internat. Revue der gesamt. Hydrobiol. u. Hydrographie. Bd. 4. 1912.

[2] Zur Biologie der Talsperren. Mitt. a. d. k. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 15. 1911.



Abb. 81. Planktonwassermesser. (Nach Kolkwitz.)

zu entfernen ist. Dazu sind diese Netze beim Abfischen selbst rasch verstopft und arbeiten dann nicht mehr gut. Für diesen besonderen Zweck ist nun neulich von Chancy Juday[1] eine Netzform beschrieben worden, die sich gut eignet; er nennt sie das



Abb. 82. Planktonnetz mit als Schöpfbecher dienendem Litergefäß. (Nach Kolkwitz.)

Kegelnetz von Birge (Abb. 83). Dem eigentlichen filternden Netz, zu dem ein sehr weitmaschiges Gewebe benutzt wird, ist vorn ein Kegel aus Bronzegewebe (Maschenweite von 2 mm) aufgesetzt; seine Seitenhöhe mißt 9 cm. Dieser Kegelaufsatz ist am eigentlichen Netz mit Hilfe eines bandförmigen Reifes aus Kupferblech befestigt; letzterer ist 2,5 cm breit und hat einen Durchmesser von 8 cm; innen trägt er aufgelötet einen Henkel aus Bronzedraht, an dem vorn die Zugleine befestigt wird. Der Netzeimer besteht ebenfalls aus Kupferblech und ist 3 cm weit und 3,5 cm lang. Ihm kann unten eine Beschwerung in Form eines Bleiknopfes aufgeschraubt werden, die zum bessern Einsinken des leicht Luft zurückbehaltenden Netzes unbedingt nötig ist.

Beim Fange werden mit dem Netz mehrere Züge gemacht, am besten ruckweise, so daß in den Pausen sich das Netz etwas zwischen die Wasserpflanzen einsenken kann. Die geschöpfte Masse wird dann in einen Becher gebracht, Wasser zugesetzt und etwas stehen gelassen. Die Detritusteilchen setzen sich dann ab, und die Lebewesen arbeiten sich ins freie Wasser hinaus. Dieses wird dann abgegossen und zwar mit Hilfe des auf Abb. 83 dargestellten Trichters. Dieser ist oben 5 cm weit und 3,5 cm lang; der angesetzte Kegel besitzt 4 cm Seitenlänge; unten trägt er ein Rohr aus Bronzegaze. Beim Eingießen des Wassers gleitet dieses durch das Bronzegewebe weg; der eingeengte Fang bleibt unten im Rohr zurück und kann dann leicht in ein Sammelglas abgelassen werden. Juday verschließt den Trichter beim Gebrauch unten einfach mit dem Daumen, der dann beim Ablassen des Fanges einfach über dem Sammelglas weggehoben wird.

[1] Juday, Limnological Apparatus. Trans. Wisconsin Acad. of Sciences, Arts and Letters. Bd. 18. 1916.

Die Ausführung von Planktonfängen mit dem Netz.

Bevor zu einem Planktonfang geschritten wird, hat man sich klar zu machen, was man mit ihm bezweckt. Je nach dem Ziele ist die Netzform, die Maschenweite des Netzstoffes und die Fangart auszuwählen.

Das Planktonfangen mit Netzen beruht ja auf der siebenden, filternden Tätigkeit des Netzgewebes. Soll also ein Netzfang gut gelingen, so ist Vorbedingung, daß das Netz gut filtert. Dazu sind einige besondere Maßregeln erforderlich. Es ist zu berücksichtigen, daß der Netzstoff auch bei größter Maschenweite dem zu filternden Wasser einen gewissen Widerstand entgegensetzt. Aus diesem Grunde kann das Netz nicht in beliebiger Geschwindigkeit durch das Wasser gezogen werden; diese hat sich vielmehr nach der Netzmaschenweite und nach der Art und dem Reichtum des vorhandenen Planktons zu richten. Anfänger machen fast stets den Fehler, daß sie das Netz zu rasch durchs Wasser ziehen. Letzteres wird dann als sog. Wasserkissen vor dem Netz hergeschoben, und der erzielte Fang ist dann im

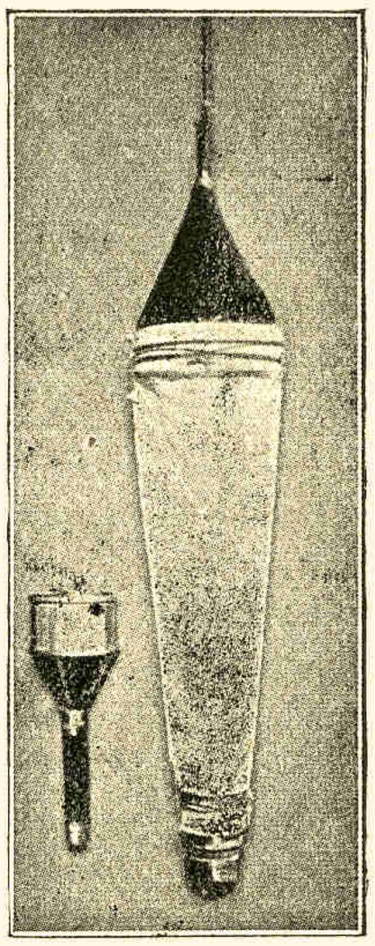


Abb. 83. Das Kegelnetz von Birge und der damit verwendete Einengungstrichter. (Nach Juday.)

Verhältnis zur durchzogenen Wasserstrecke viel zu gering. Eine etwa entstehende Wasserstauung vor der Netzöffnung ist einem scharfen Auge sofort sichtbar; sie macht sich als schwache Wel-

lenbildung geltend. Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, daß eine derartige Stauung nicht nur durch zu raschen Zug, sondern auch durch Verstopfung der Netzmaschen verursacht werden kann. Beides ist auseinander zu halten, das merke sich der Anfänger.

Das Netz soll ruhig und gleichmäßig durchs Wasser gezogen werden, bei wagrechten Fängen derart, daß es immer in gleicher Höhe bleibt, daß der Zug gerade genügt, es in seiner Lage und der erwünschten Tiefe zu halten. Bei einem Oberflächenfang soll es gerade unter der Oberfläche bleiben,. nicht auftauchen (bei zu raschem Zug) und auch nicht untersinken (bei zu langsamem Zug). Luftblasen im Netz sind unter allen Umständen zu vermeiden; gerade bei Oberflächenfängen bilden sie sich bei unachtsamem Vorgehen leicht, und das regelmäßige Filtern der Netzstofflächen ist dann unmöglich.

Der wagrechte Fang.

Dieser kann vom Ufer, Boot oder Schiff aus erfolgen. Die Art des Vorgehens ist in jedem dieser Fälle durchaus nicht so selbstverständlich, als es auf den ersten Blick hin scheinen mag. Ist ein Boot zur Verfügung, wird man meist auf Fänge vom Ufer aus verzichten. In Kleingewässern ist mit Uferfängen auszukommen, ja in größeren Gewässern abgelegener Gegenden, wo eben Boote fehlen, wird man sich manchmal gezwungenerweise mit solchen begnügen müssen.

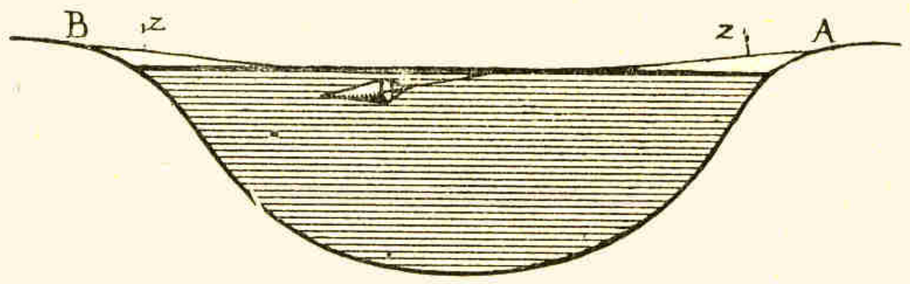


Abb. 84. Der Fang mit der durchgehenden Leine.
z Zugleine.

Für den Fang vom Ufer aus sollen hier nur zwei Verfahren erwähnt werden, nämlich der Wurfnetzfang und der Fang mit der durchgehenden Leine.

Das Vorgehen beim Wurfnetzfang ist folgendes. Das Netz wird vom Ufer aus möglichst weit ins freie Wasser hinausgeworfen und an der Leine nachher langsam wieder eingebracht. Beim Werfen wird man möglichst einen in das Gewässer vorragenden, freien Platz, z. B. einen Felsblock, in das Wasser hinausgebaute Ufermauern, Landungsstege usw. als Standort wählen. Auch ist zu empfehlen, das Netz vor dem Werfen erst anzufeuchten. Ist dies geschehen, wird es zusammengerafft, die Schnur in Schlingen gelegt, ihr Ende fest in der linken Hand gehalten und das Netz und die in Schlingen gelegte Schnur mit der rechten Hand geworfen. Nun wartet man, bis das Netz gerade unter den Wasserspiegel gesunken ist. Ist dies geschehen, wird es in langsamem und gleichmäßigem Zug wieder eingeholt. Dabei hat man natürlich sorgsam zu achten, daß es in Ufernähe nicht auf Grund gerät oder ungewollt den pflanzlichen Bewuchs abstreift. Dadurch würde man eine Menge Uferorganismen mit in den Fang bekommen; soll dies vermieden werden, hat man das Netz schon in entsprechender Entfernung vom Ufer hochzuheben. Dies wird allerdings je nach den Umständen leichter oder schwerer zu bewerkstelligen sein. Gewöhnlich wird ein einziger derartiger Zug nicht genügend Plankton einbringen; man wird ihn also wiederholen müssen. Dazu kann je nach Umständen und je nach der Gewandtheit des Werfenden nach jedem Zug das Netzgefäß entleert werden oder dies kann erst nach zwei oder mehr Würfen erfolgen. Bei einiger Übung wird man mit diesem Wurfverfahren ganz gute Ergebnisse erhalten. Namentlich bei Hochgebirgsfahrten an Seen ohne Boote wird es zur Anwendung kommen. Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, daß das zu verwendende Netz nicht zu großes Ausmaß haben darf; man wird zweckmäßig eine kleine Bauform wählen.

Ist das geschöpfte Plankton zu wenig dicht, so kann man so verfahren, daß mehrere Netzzüge in eine weite Flasche gegossen werden und ihr Inhalt schließlich nochmals durch das Netz gegossen wird. Derart können wenig reiche Fänge angedichtet werden. Öfters kann auch ein langer Stock (Ausziehstock)[1] zum Planktonfang vom Ufer aus benutzt werden; das Netz wird dann als Handnetz gebraucht.

Das zweite Verfahren ist der Fang mit der durchgehenden Leine. Er ist dem eben geschilderten noch vorzuziehen, setzt aber zwei Personen voraus, die sich gegenseitig helfen. Die Anwendung wird durch die Abbild. 84 erläutert. Das Netz wird an einer langen Zugleine befestigt. Die Person A nimmt das eine Ende dieser Zugleine und geht damit an eine zweite Uferstelle, die dem Standplatz der Person B möglichst gegenüber liegt und zwar so, daß ein gutes Stück freien Wassers und nicht bloß eine gerade Uferstrecke zwischen beiden liegt. Haben beide Personen ihren Standort eingenommen, so gibt nun B das Netz ins Wasser, A zieht es langsam an sich und B gibt

[1] Siehe Seite 111, Abb. 121.

dementsprechend Leine frei. Ist das Netz bei A angekommen, kann es entleert werden oder ist der Fang ungenügend, so wird es von B wieder zurückgezogen und A gibt nun die Leine nach und nach wieder frei. Dies kann wiederholt werden, bis genügend Plankton gewonnen ist. Bei kleineren Gewässern läßt sich auf diese Art ein Fang selbst quer über die Mitte machen, vorausgesetzt, daß genügend Leine vorhanden ist. Bei größeren Gewässern ist eine günstige Uferstelle auszuwählen, derart, daß möglichst freies Wasser abgefischt wird und nicht nur eine kurze Uferstrecke. Bei zu kurzer Leine kann das Verfahren auch so abgeändert werden, daß das Netz am Ende der Leine festgemacht wird und B dasselbe erst frei gibt, wenn A seinen Standort mit dem anderen Ende der Leine eingenommen hat und das Netz nun gleichmäßig an sich zu ziehen vermag, Kurz, es lassen sich da eine Reihe von Abänderungen des angegebenen Verfahrens anwenden; oft werden besondere Verhältnisse dazu zwingen.

Über den Fang vom Boot aus haben wir nichts Besonderes zu bemerken.

Der senkrechte und der schiefe Planktonfang.

Vor Hensen wurde fast ausschließlich die wagrechte Fangart ausgeübt. Erst der erwähnte Forscher hat die Bedeutung des senkrechten Fanges namentlich für die quantitative, aber auch qualitative Forschung erkannt und diese Fangart dann in vollem Umfange zur Anwendung gebracht. Berücksichtigen wir, daß die wagrechte Verteilung der Planktonten in einem Gewässer mindestens auf größere Strecken eine einheitliche ist, aber naturgemäß mit der Tiefe sich ändert, so ist leicht ersichtlich, daß ein senkrechter Fang an irgend einer Stelle mir viel besser Aufschluß über das vorhandene Plankton geben wird, als ein wagrechter Fang dies kann. Angenommen, die Hauptmasse der Planktonten halte sich in einer bestimmten Tiefe auf, und ich fische nun zufälligerweise gerade eine andere Tiefenschicht mit dem wagrecht arbeitenden Netze ab, so werde ich ein erbärmliches Ergebnis haben und verführt sein, ein ganz verfehltes Urteil über die vorhandene Planktonmenge abzugeben. Mache ich aber einen senkrechten Fang, so werde ich die hochbevölkerte Tiefenschicht ebenfalls mit dem Netz durchqueren und einen Fang erhalten, der mir richtig Aufschluß über die vorhandene Planktonmenge gibt. Dies hat man sich stets vor Augen zu halten, namentlich bei planktologischen Streiffahrten, wo ein Gewässer meist nur einmal berührt wird. Ein senkrechter oder schiefer Fang ist dann auf alle Fälle einem wagrechten vorzuziehen. Schief wird man hauptsächlich in wenig tiefen und in planktonarmen Gewässern fischen, um eine reichere Ausbeute zu erhalten. Das kann sowohl bei qualitativen als bei quantitativen Untersuchungen der Fall sein.

Schiefe Netzfänge größeren Umfanges hat namentlich Kofoid in den neunziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts während seiner Forschungen am „Illinoisfluß" und dessen Zuflüssen und Altwässern ausgeführt. Da sein Verfahren ganz eigenartig ist, wollen wir kurz darauf eingehen, müssen aber den Leser für die Einzelheiten auf die Urarbeit[1] verweisen. Um den Lauf des Netzes ganz genau bestimmen zu können und damit auch die durchfischte Wassersäule genau zu kennen, hat er es an einem eigens zu diesem Zwecke gespannten Tau entlanggleiten lassen. Dieses rund 40 m lange Tau wird von 3 Pfählen festgehalten: der eine, der 5 m lange Endstock, steht draußen im Wasser; an ihm wird das am Laufkabel aufgehängte Netz in die Tiefe gelassen; der zweite Pfahl, der Hauptstock, steht nach dem Ufer hin, das Laufkabel ist an ihm über Wasser befestigt und noch weiter gegen das Ufer hin steht der Verankerungsstock. Das Laufkabel ist etwa 40 m lang; ein 30 m langer Abschnitt ist durch eine Marke genau gekennzeichnet. Die vorerwähnten Pfähle sollen nun derart aufgestellt sein, daß die 30 Metermarke des Laufkabels genau die Wasseroberfläche berührt, so daß das Netz, wenn es vom Endstock nach dem Hauptstock am Laufkabel entlanggezogen wird, genau eine 30 m lange Wassersäule durchfischt hat; der Hauptstock muß also etwa 7—8 m uferwärts von der 30 Metermarke eingeschlagen sein. Von hier geht dann das Laufkabel zum Verankerungsstock, an dem es wieder unter Wasser festgemacht ist.

Damit das Netz nun genau dem Laufkabel entlangläuft, ist es daran an einem Gestell mit zwei Laufrädern aufgehängt. Durch diese sehr sinnreiche Einrichtung wird es möglich, auch in verhältnismäßig seichten Gewässern (wie Flüssen, Altwässern, Teichen usw.) umfangreichere und namentlich quantitativ mindestens ebenso einwandfreie Netzfänge zu machen, als es die senkrechten sind. Es ist mir nicht bekannt, ob das Verfahren Kofoids, das übrigens mindestens

[1] Kofoid, C. A., Plankton-Studies 1. Methods and apparatus in use in Planktoninvestigations at the Biological Experiment Station of the University of Illinois. Bull. Illinois State Labor. of Nat. History. Bd. 5. 1897.

teilweise auf Forbes[1] zurückgehen soll, anderweitig verwendet wurde. Ich glaubte, darauf hinweisen zu sollen, da es sich doch vielleicht für bestimmte Untersuchungen weiter gebrauchen läßt.

Bei senkrechten und schiefen Fängen sind einige besondere Vorkehren nötig. Damit das Netz gut sinkt und gestreckt bleibt, ist es mit einem Gewicht zu versehen, das natürlich hinten anzuhängen ist, am besten so, daß 3 Leinen vom Tragring bis etwa 10 cm hinter das Sammelgefäß geführt werden. Dort verknüpft man sie und hängt das Gewicht an. Die Leinen sind natürlich auch mit dem Netzende zu verknüpfen. Damit wird eine schädliche Belastung des Netzstoffes vermieden. Besondere Vorsicht ist beim Gründen des Netzes zu üben. Das Gewicht zeigt seine Ankunft auf Grund durch plötzliches Vermindern der Leinenspannung an; trifft dies ein, so hat man mit dem Ausgeben der Leine sofort Halt zu machen, sonst kann es leicht geschehen, daß das Netz überhaupt ganz auf Grund zu liegen kommt und eine Menge aufgewirbelten Schlammes hochbringt. Dieser kann leicht die Netzmaschen verstopfen und die filternde Tätigkeit des Gerätes unliebsam verhindern. Wenn irgend möglich, ist deshalb vor dem Versenken des Netzes die Tiefe der abzufischenden Stelle mit einem Lot festzustellen. Die Geschwindigkeit, mit der das Netz hochzuziehen ist, muß natürlich nach seiner Filterfähigkeit, d. h. nach seiner Maschenweite und Bauart eingestellt werden. Für weitmaschige Netze kann sie ½ m in der Sekunde betragen, für engmaschige ist sie namentlich bei großem Planktonreichtum auf ¼ m in in der Sekunde herunterzusetzen.

Wie man ohne Boot senkrechte Fänge machen kann, schildert Burckhardt[1] sehr anschaulich. Da jeder Planktologe in die Lage kommen kann, derart Fänge auszuführen, namentlich bei Streifzügen ins unbewohnte Gebirge, so lasse ich hier die Ausführungen Burckhardts folgen. Nötig sind 2 Personen und zwei ungeknüpfte, in Meter geteilte Leinen (Abb. 85).

„Die Länge der einen der Schwimmerleine (d) muß mindestens gleich der Breite des Sees an der zu untersuchenden Stelle sein; die der andern, der Netz- (Lot- usw.) Leine (h), mindestens gleich der halben Breite der Tiefe. Zum Bau des Schwimmers benütze ich zwei Bergstöcke und einige kleine, leichte Gegenstände, die neben Leinen, Netzen, Gläsern usw. bequem in einem Rucksack können mitgetragen werden.

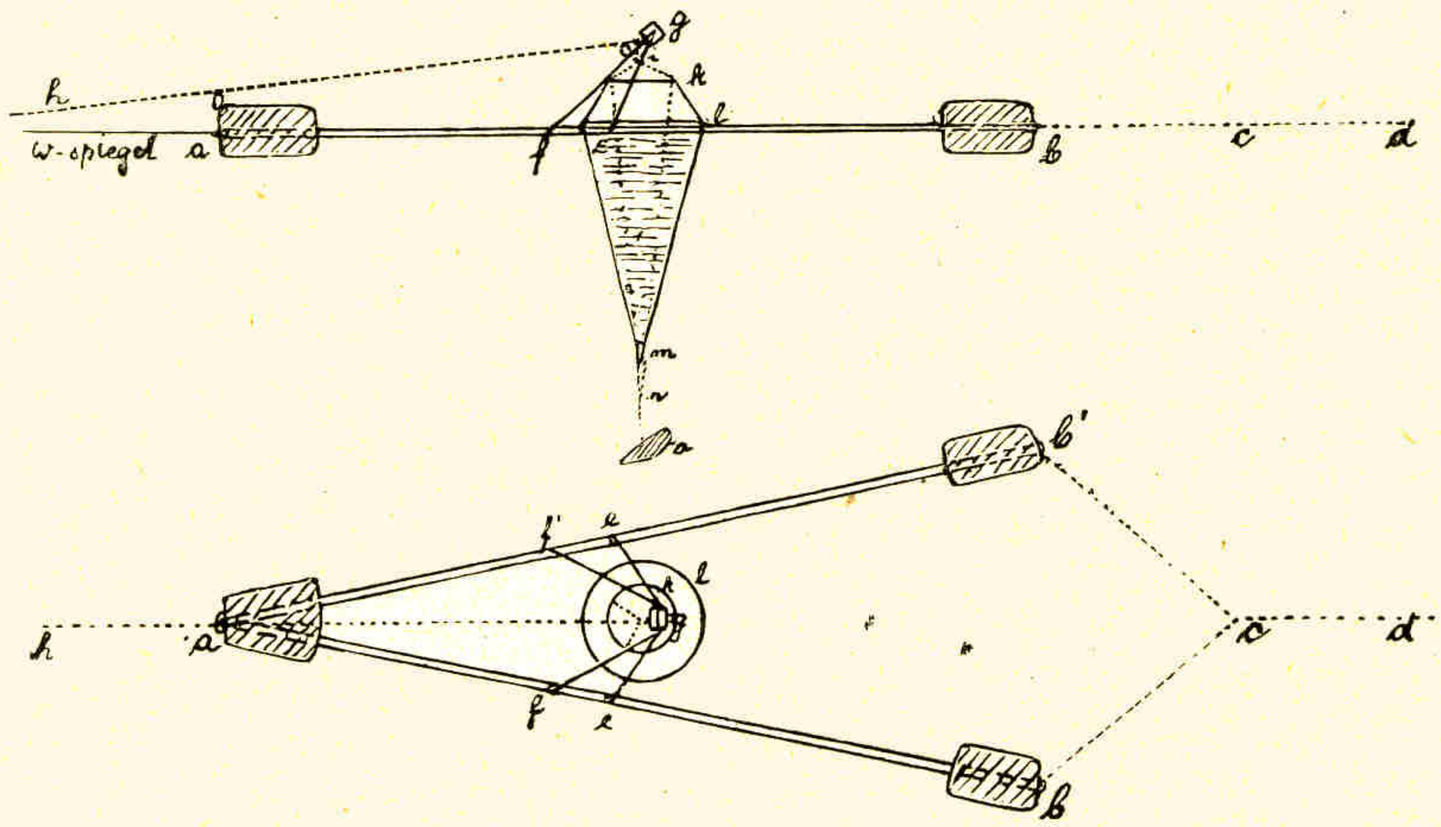


Abb. 85. Burckhardts Schwimmerleine mit Planktonnetz. (Nach Burckhardt aus Bachmann.)

Der Schwimmer wird auf folgende Art zusammengestellt; die Bergstöcke sind an beiden Enden durchbohrt, so daß man Bindfaden oder Draht durchziehen kann.[2] So verbinde ich die beiden Stöcke (a und b) an einem Ende zu einer V, nachdem ich jeden durch zwei Ringe des Rollenträgers gesteckt habe. Dieser ist aus 4 mm dickem Aluminiumdraht folgendermaßen gebaut: ein kürzerer (e g e) und ein längerer (f g f) Drahtbügel laufen scharf gebogen durch eine entsprechende Bohrung eines kleinen Holzklotzes (g), in den eine schief abwärts gerichtete, kleine Eisenrolle geschraubt ist. Die Bügel enden beiderseits unten in den oben erwähnten Ringen. Damit der Rollenträger nicht auf den Stöcken gleitet, wird ein Bindfaden, der die Bügelringe auch in bestimmter Entfernung voneinander hält, von einem Stockende

[1] Forbes, Illinois State Laboratory of Natural History, Champaign. Ill. Biennial Report of the Director 1893—94. Chicago. 1894.

[1] Burkhardt, Wie man vom Ufer aus Lot, Tiefenthermometer, Planktonnetz und Dredsche benutzen kann. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 2. 1909.

[2] Durchbohrungen an den mittleren Partien vermeide ich, um den Stock nicht zu schwächen; ebenfalls vermeide ich absichtlich irgend etwas daran zu befestigen, was ihn weniger brauchbar machen könnte.

zum andern gespannt. An die drei Stockenden stecke ich noch drei hohlzylinderförmige Schwimmerchen mit Kapokfüllung. Außerdem erhält das Ende a einen kleinen Aluminiumring, die Enden b eine 2—3 m lange Verbindung aus Bindfaden b c b, an die die Schwimmerleine c d kommt. Die Leine, die das Lot, den Kippthermometer oder den Fangapparat trägt, läuft über die Rolle bei g und durch den Ring bei a.

Als Planktonnetz benutze ich stark vereinfachte Hensen-Netzchen von verschiedener Maschenweite. Die Öse für die Leine (i) darf nur wenige Zentimeter über der Netzöffnung sein und muß ein Querholz tragen, das nicht durch die Rollengabel geht. Die Öffnung hat 12 cm Durchmesser (k, Aluminiumdraht i). Den Reif an der Basis des Hensenschen Kegels (l) habe ich vor etwa 10 Jahren abgeschafft und vermisse ihn nicht. Nur muß der Trichter am unteren Ende des Netzes durch eine glatte, gewichste Schnur getragen werden, die vertikal durch den Innenraum läuft. Meine hier benutzten Zwergnetzchen haben keinen Trichter, sondern sie werden umgestülpt und in einem Becher ausgewaschen, worauf der Fang mit einem modifizierten Hensentrichter weiter behandelt wird. So ist die erwähnte vertikale Schnur unnötig. Dagegen wird der Öffnungsring durch drei Schnüre (k n) in horizontaler Lage gehalten, die sich unter dem Netz vereinigen und einen Stein tragen (o). Daß diese von außen in das durch den Widerstand aufgebauschte Netz einschneiden und es im oberen Teil in drei Divertikel teilen, hindert natürlich die Filtration nicht im geringsten.

Beim Loten, bei der Temperaturaufnahme und beim vertikalen Planktonfang handelt es sich darum, den am Ende der Leine (h a g i) hängenden Apparat fern vom Ufer vertikal zu versenken, ebenso wieder zu heben und ans Ufer zurückzubringen. Es ist also immer dasselbe, und ich brauche nur den Planktonfang zu beschreiben.

Die beiden Personen ziehen die Schwimmerleine von einem Ende aus über den See oder eine Bucht. A befestigt sie bei c am Schwimmer und gibt diesen — das Netz dicht an die Rolle aufgezogen — auf den Spiegel, indem er die Netzleine anspannt.

Nun zieht B den Schwimmer an die gewünschte Stelle, während A nur soweit nötig Netzleine auslaufen läßt.

Von jetzt an hält B die Leine gestreckt, ohne weiter anzuziehen; A dagegen läßt weiter Netzleine ablaufen, so daß das Netz in die gewünschte Tiefe sinkt.

A zieht das Netz wieder bis über die Oberfläche (natürlich im Fangtempo) und hebt es endlich über den Spiegel.

Von dem Moment an läßt auch B die Schwimmerleine wieder auslaufen, so daß A den Schwimmer mit dem Netz ans Ufer ziehen und darauf an Land heben kann.

Soll beim Planktonfang mehr Material gewonnen werden, als ein Vertikalfang liefern kann, und mag man nicht die Zeit an eine Wiederholung der ganzen Prozedur wenden, so kann man den Totalfang *schief* führen. B läßt, während A das Netz aufzieht, auch Leine laufen, z. B. auf jeden Meter aufgezogene Netzleine ½ m Schwimmerleine. Auf diese Art ergibt sich als mittlere Fangrichtung 45°. Nur ist zu berücksichtigen, daß der Fang im Anfang steiler, gegen Ende weniger steil verlaufen wird, also relativ weniger aus den tieferen Schichten, mehr aus den höheren gefangen werden. Dieser Umstand ist nicht so schlimm, als auf den ersten Blick scheinen möchte, da das Netz im Beginn des Fanges sowieso kräftiger filtriert, also relativ mehr fängt als später. Es korrigiert also ein Fehler hier den andern."

Die Stufenfänge.

Der Planktologe wird häufig in die Lage kommen, festzustellen, in welcher Tiefe ein Organismus vorkommt, oder auf welche Art die Planktonten senkrecht verteilt sind. Das kann nur mit Stufennetzfängen geschehen. Dabei wird, wie folgt, vorgegangen. Zuerst wird ein senkrechter Fang vom Grunde auf gemacht, hierauf z. B. von einer Stelle an, die 50 m weniger tief liegt, beim dritten Fang wieder 50 m höher usw. (Abb. 86). Indem ich den zweiten Fang vom ersten abziehe, erhalte ich die Planktonmenge in der 50 Meterschicht unmittelbar über dem Grunde usw. Sind in einem tieferen Stufenfang Formen vorhanden, die in den nachfolgenden höheren

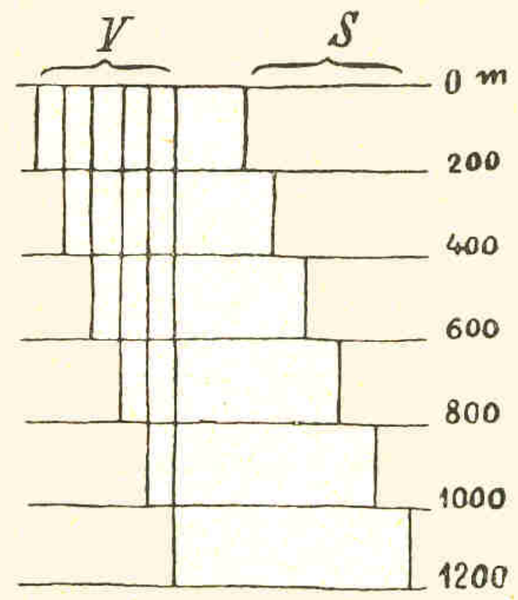


Abb. 86. Die beiden Arten Stufenfänge auszuführen. (Nach Schütt aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

Fängen fehlen, so schließe ich daraus, daß diese Formen nur in jener tiefsten Schicht vorkommen usw. Es liegt auf der Hand, daß ich für die verschiedenen Stufenfänge je nach der Beschaffenheit des Gewässers und nach dem Zwecke die verschiedensten Grenzlinien ziehen kann, die von 10—200, ja bis 500 und 1000 m Tiefe schwanken können. Wer derartige Stufenfänge macht, bleibe sich aber bewußt, daß das Verfahren immer nur ein annäherungsweises und in verschiedener Beziehung ein recht unzuverlässiges ist.

Weit besser können nun aber Stufenfänge mit dem Schließnetz ausgeführt werden. Mit den senkrecht arbeitenden Schließnetzen verfährt man nach dem Schema der Abb. 86 rechts. Arbeitet das benutzte Netz gut, so wird man einwandfrei bestimmen können, was in einer bestimmten Tiefenschicht an Lebewesen vorhanden ist.

Nun wurde aber gerade auf den großen

Tiefseeforschungsfahrten immer wieder festgestellt, daß die senkrechtarbeitenden Schließnetzformen viel zu wenig fangen, daß man eine gewisse Tiefenschicht immer auf größere Ausdehnung sollte abfischen können, um eine größere, ergiebigere Menge der sie bewohnenden Lebewesen zu erhalten, dies namentlich in Bezug auf größere Formen. Man wird in diesen Fällen zu wagrechtarbeitenden Schließnetzen greifen müssen, also zu Formen wie das Seite 74 geschilderte Schließnetz Kofoids.

Ein sehr erfolgreiches Verfahren hat in dieser Richtung zuerst Hjort[1] auf der Tiefsee-Forschungsfahrt des „Michael Sars" angewendet. An zwei Stahltrossen wurden eine ganze Reihe von Netzen nach Art der Abb. 87 befestigt und so verschiedene Tiefenschichten gleichzeitig z. B. während einer ganzen Nacht abgefischt. Die Ergebnisse waren sehr befriedigend und gaben einen weit bessern Einblick in die senkrechte Verteilung verschiedener Lebensformen, als dies mit älteren Verfahren zu erreichen war. Hjort benutzte z. B. folgende Verbindung verschiedener Netzformen:

An der Oberfläche		1	Seidennetz von 1 m Durchm.
In	50 m Tiefe	1	„ „ 1 m „
„	100 m „	1	„ „ 1 m „
„	150 m „	1	Jungfisch-Trawl.
In	300 m Tiefe	1	Seidennetz von 3/4 m Durchm.
„	500 m „	1	Jungfisch-Trawl.
„	750 m „	1	Seidennetz von 3/4 m Durchm.
„	1000 m „	1	Jungfisch-Trawl.
„	1250 m „	1	Seidennetz von 3/4 m Durchm.
„	1500 m „	1	großes Schleppnetz von 3 m Durchmesser oder ein Jungfisch-Trawl.

[1] Hjort, J., Die Tiefsee-Expedition des „Michael Sars" nach dem Nordatlantik im Sommer 1910. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 4. 1911.

Der Planktonfang in den verschiedenen Jahreszeiten, namentlich im Winter.

Plankton findet sich zu allen Jahreszeiten in unsern Gewässern, ja oft ist der Winter die Zeit der Hochbildung. Gerade aus diesem Grunde wird seine Bedeutung für den biologischen Unterricht an unsern höheren Schulen neuerdings stark betont. Mit leichter Mühe läßt sich zu jeder Jahreszeit lebender Untersuchungs- und Vorführungsstoff gewinnen.

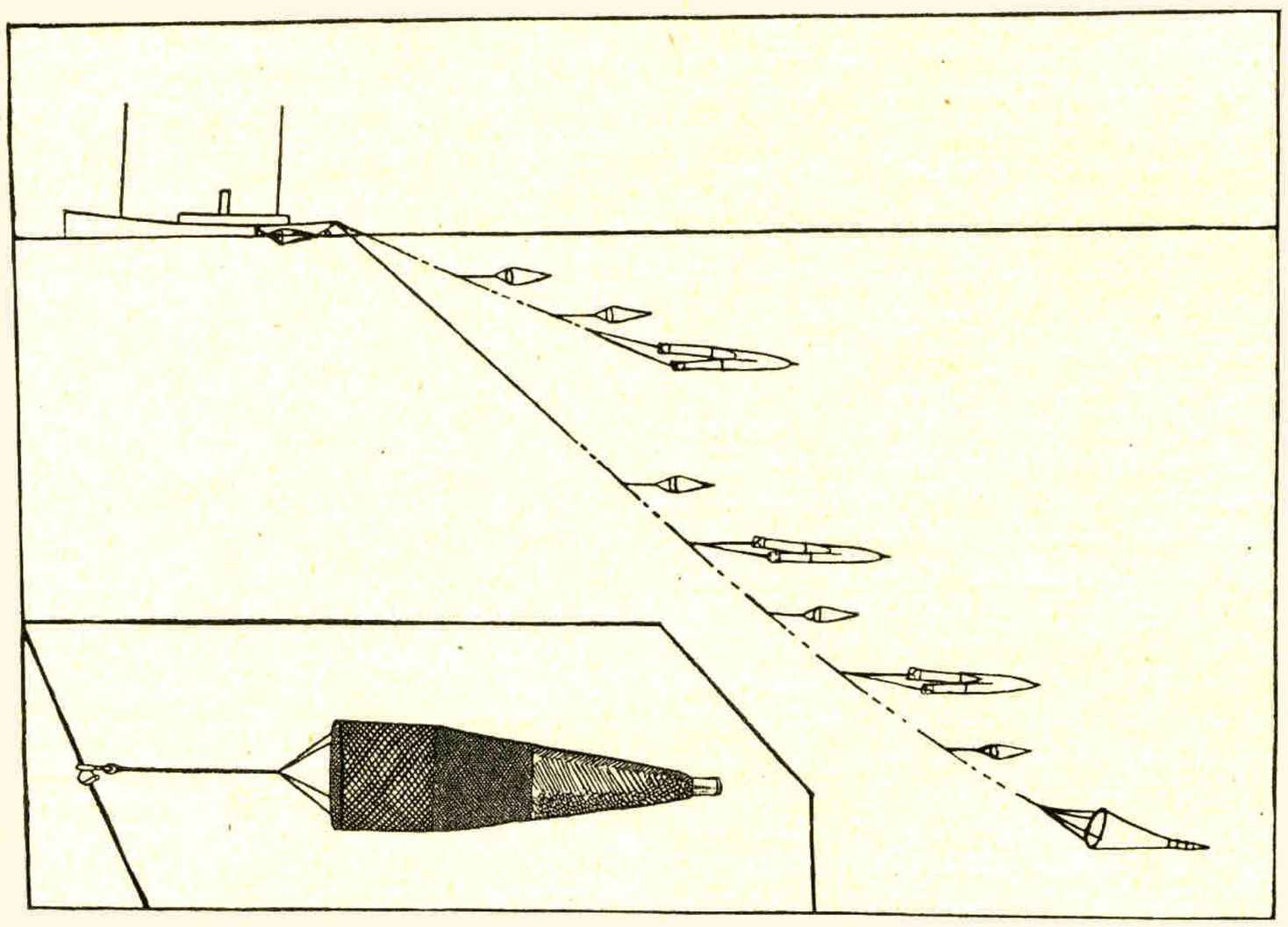


Abb. 87. Verfahren des Hjortschen Stufenfanges auf der Fahrt des „Michael Sars" (nach Hjort).
(Aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 4. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

Im allgemeinen unterscheidet sich das Verfahren des Planktonfischens in den verschiedenen Jahreszeiten nicht voneinander, namentlich nicht, wenn die abzufischenden Gewässer eisfrei sind. Dies wird anders, wenn sie eine Eisdecke schließt. In diesem Falle wird die Ausführung von Wagrechtfängen meist unmöglich. Man wird sich dann mit Senkrechtfängen begnügen müssen. Zu ihrer Ausführung muß die Eisdecke durchschlagen werden. Man wird also irgend eine Stelle auswählen und in diese mit einem Beil, mit Brech-

eisen oder allfällig mit Eisbohrern[1] ein Loch von der nötigen Größe öffnen. Vor dem Versenken des Netzes wird man die an dieser Stelle vorhandene Tiefe erst mit einer Loteinrichtung irgendwelcher Art bestimmen, damit man weiß, bis zu welcher Tiefe das Planktonnetz gesenkt werden darf, ohne daß es den Grund berührt und dort Schlamm aufwirbelt. Nun verfährt man wie bei senkrechten Planktonfängen überhaupt. Man wird zweckmäßig den Fang mehrmals wiederholen müssen, um eine möglichst angereicherte Planktonmasse zu erhalten.

Ist die Kälte während der Ausführung des Fanges sehr groß, so wird das Netz beim Entleeren oft erstarren und steif gefrieren. Da gefrorene Netzgaze leicht bricht, ist besondere Vorsicht anzuwenden. Man taucht das Netz vorsichtig wieder ein, bis es im Wasser aufgefroren ist, faltet es unter Umständen unter Wasser zusammen und hüllt es in ein warmes Tuch. Auch für die Sammelgläser ist bei großer Kälte eine Schutzhülle aus Papier oder Tuchlappen angebracht. Das mühsame Sammeln über einem tief eingefrorenen Gewässer bei großer Kälte schildert Vanhöffen im Vorwort zum 9. Bd. (Bd. 1: Zoologie) des Reisewerkes der Deutschen Südpolar-Expedition sehr anschaulich.

Natürlich kann es sich bei diesem winterlichen Sammeln von Plankton vom Eise aus wesentlich nur um Stufenfänge handeln. Für wagrechte oder schiefe Fänge müssen schon einige entsprechend lange und weite Spalten im Eise vorhanden sein.

Will man unter Eis sammeln, sind besser nicht Tauwettertage auszuwählen. Namentlich wenn über der eigentlichen Eisdecke noch eine Schneedecke lagert, so sammelt sich über dem Eise meist eine bedeutende Menge Schmelzwasser an. Will man unter diesen Verhältnissen ein Loch schlagen, so ist das ständig zufließende Schmelzwasser außerordentlich hinderlich, ja verunmöglicht oft sogar die Ausführung des Planes. Nur Brecheisen können allenfalls zur Durchführung helfen. Auf Gewässern, die von Schlittschuhläufern usw. benutzt werden, darf man nicht vergessen, die geschlagene Öffnung im Eise durch ein leicht sichtbares Zeichen bemerkbar zu machen.

Die Behandlung der Planktonnetze beim Einholen.

Beim Einholen sind kleinere Netze, die von Hand bedient werden, sobald sie aus dem Wasser zu tauchen beginnen, zu rütteln und zu schütteln. Damit wird verhindert, daß sich das eingefangene Planktonmaterial innen an den Netzwänden auflegt und dort kleben bleibt; durch das Schütteln wird es bei allmählichem Ausdemwasserziehen fast restlos in den unten am Netz sitzenden Sammeleimer geschwemmt. Will man gründlich sein, so kann die ganze Netzfläche noch abgespritzt werden.

Auf den großen Tiefsee-Forschungsfahrten werden die großen Netze beim Aufziehen von außen mit der Dampfspritze abgespritzt. Das durch die Netzmaschen nach innen dringende Wasser schwemmt dann alles hängengebliebene Plankton in den Sammeleimer.

Die Größe der zu verwendenden Netze.

Für den Fang seltener Tiere sind zweckmäßig größere Netze zu verwenden.

Für den Fang häufig und dicht vorkommender Planktonten sind kleine Netze ausreichend.

Für die Auswahl des Netzstoffes, der Netzmaschenweite ist die Größe der zu fangenden Planktonten entscheidend.

Das Reinigen der Netze.

Von großer Wichtigkeit für genaues Arbeiten ist die peinliche Reinigung der Netze. Es geht weder zu qualitativen noch zu quantitativen Studien an, mit ein und demselben Netz in verschiedenen Gewässern oder in verschiedenen Teilen und Tiefenstufen ein und desselben Gewässers zu fischen, ohne das Netz in seiner Gesamtheit vor jedem neuen Fang gründlich gereinigt zu haben.

Am besten geschieht das Reinigen mit Leitungswasser, indem man es damit außen und innen abspült, am besten unter Zuhilfenahme einer Spritze, mit der man auch alle Winkel und verborgenen Ecken erreichen kann.

Sollen auf ein und derselben Untersuchungsfahrt mehrere Gewässer nacheinander abgefischt werden, was bei qualitativen Untersuchungen öfters eintreten kann, so wird das Netz an einer offenen, freien Stelle des eben abgefischten Gewässers gut abgespült. Am nächsten Gewässer angekommen, wird dort eine offene Stelle, an der man nicht zu fischen gedenkt, gewählt und vor Beginn des ersten Fanges das Netz hier nochmals ausgespült und zwar ebenfalls außen und innen. Natürlich kann zur Reinigung vorteilhaft auch ein etwa unterwegs angetroffenes Leitungswas-

[1] Bezüglich der bei größerer Eisdecke (bis mehrere Meter) zu verwendenden Geräte vergleiche man die Darstellung von Stehr im 1. Bd. S. 87 u. ff. der „Deutsche Südpolar-Expedition 1901—1903, hrsg. von E. v. Drygalski. Berlin 1905." Da findet der Leser eine Zusammenstellung von verschiedenen Eisbohrern, Vorrichtungen zum Messen von Eisdicken, Eissägen, die Art etwa vorzunehmender Sprengungen im Eise usw.

ser benutzt werden. Größte Reinlichkeit in dieser Richtung ist Vorbedingung zu jedem ernsten Forschen.

Das Reinigen von Planktonfängen, die durch Mineralteilchen stark verschmutzt sind.

Planktonmaterial, das stark mit mineralischen Schlammteilchen durchmischt ist, kann durch

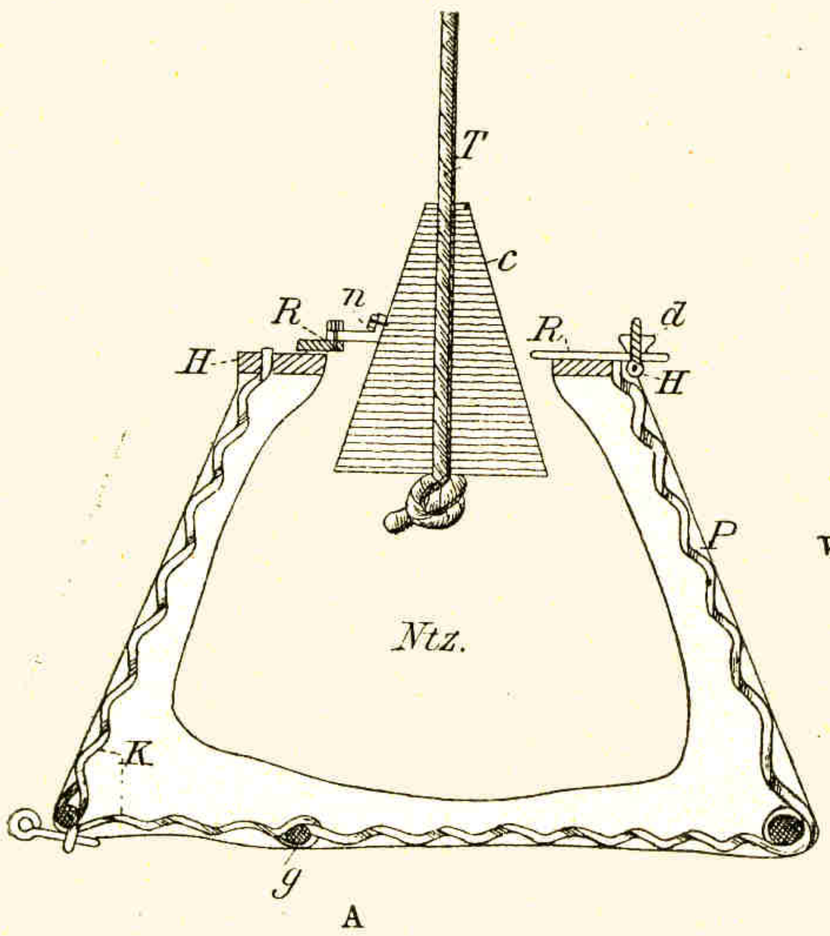


Abb. 88. Korbnetz von Hensen zu wagrechter Fischerei bei rascher Fahrt. A) Seil an einem Holzkegel c, durch den der Eingang verengt wird; der Kegel ist bei n an einem Metallring befestigt. Dieser Ring wird durch die Schraube d auf der Platte H festgemacht. An dieser Platte hängt der Korb P, der mit Leinen überzogen ist und bei k—g eine Klappe hat. Ntz Netzraum.
B) Das Netz im Gebrauch. A feste Stange von Bord nach vorn durch das Seil b gehalten, c, d Seile zum Korbnetz.
(Aus Hensen, Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. I.)

Schlämmen von diesem wenigstens teilweise getrennt werden. Man bringt also das zu untersuchende Material in ein Gefäß und schüttelt nun stark, dann läßt man kurze Zeit absetzen und gießt das Wasser mit den in diesem schwebenden Organismen ab. Dieses Verfahren ist unter Umständen mehrmals zu wiederholen.

Oft, namentlich in Flüssen, hängen die Schlammteilchen den Organismen in lästiger, die Untersuchung störender Weise an. Auch da kann nur wiederholtes Schütteln etwa in einem Reagensglas schließlich zu einem Freimachen der Organismen von den anhängenden Teilchen führen.

Vorrichtungen zum Planktonfang vom schnellfahrenden Schiffe aus.

Nicht jedermann kann sich auf eigens ausgerüsteten Dampfern zu Forschungszwecken Hochseefahrten erlauben. Aber gar mancher hat Gelegenheit, Ozeane und Meeresteile, größere Seen usw. auf einem Schnelldampfer zu durchqueren. Da muß es dem echten Naturfreund, dem Forscher weh tun, die Wunderwelt, über die er hingleitet, so ganz unbeachtet vorübergehen lassen zu müssen. Planktonfänge, Dredschezüge der üblichen Art lassen sich vom vollfahrenden Schiffe aus nicht ausführen. Doch haben findige Forscher auch da bereits einen Weg gefunden, der mindestens dem Planktonforscher einen gewissen Ersatz bietet und ihm erlaubt, einen kleinen Teil des großen Reichtums zu schöpfen. Wir erachten es nicht als überflüssig, hier auch diese Geräte kurz aufzuführen. Es sind durchwegs Einrichtungen, die erlauben, vom rasch fahrenden Schiffe aus kleine Planktonfänge zu machen.

Das älteste derartige Gerät ist das Korbnetz von Hensen; es besteht aus einem geflochtenen Korb mit einem Überzug aus Leinen. Innen ist dem Korbe ein Netz von dünnen, aber starken und einigermaßen durchlässigen Leinen an einem Messingring aufgehängt, eingefügt. Das Netz wird an einer Stange neben dem Dampfboot im Wasser mitgeführt (Abb. 88 a und b).

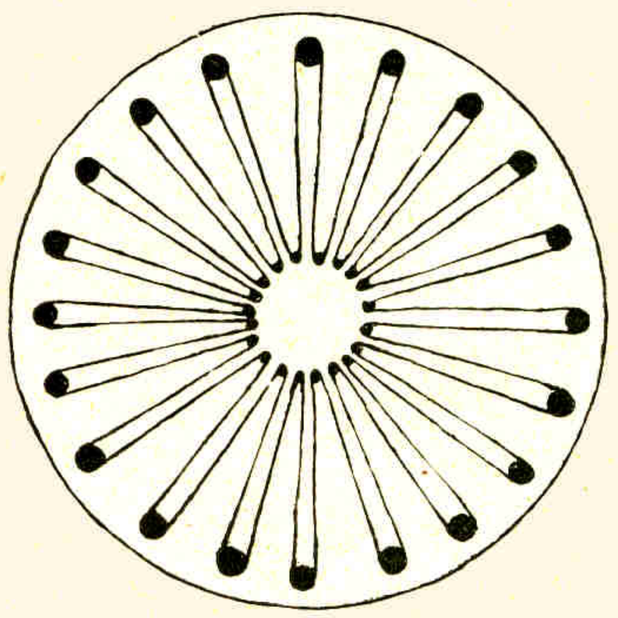


Abb. 89. Hensens Faltennetz. Querschnitt.
(Nach Hensen aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

Hensen hat zum selben Zwecke noch eine weitere Einrichtung ersonnen und benutzt. Es ist das „Netz im Blechkonue", doch müssen wir dafür

auf die Quelle verweisen (Ergebnisse der Plankton-expedition Bd. 1 B, S. 10).[1]

Eine ganz merkwürdige Netzform für den wagrechten Fang ist Hensens „Faltennetz" (Abb. 89). Es besteht aus einem zylindrischen, gefensterten Außen-

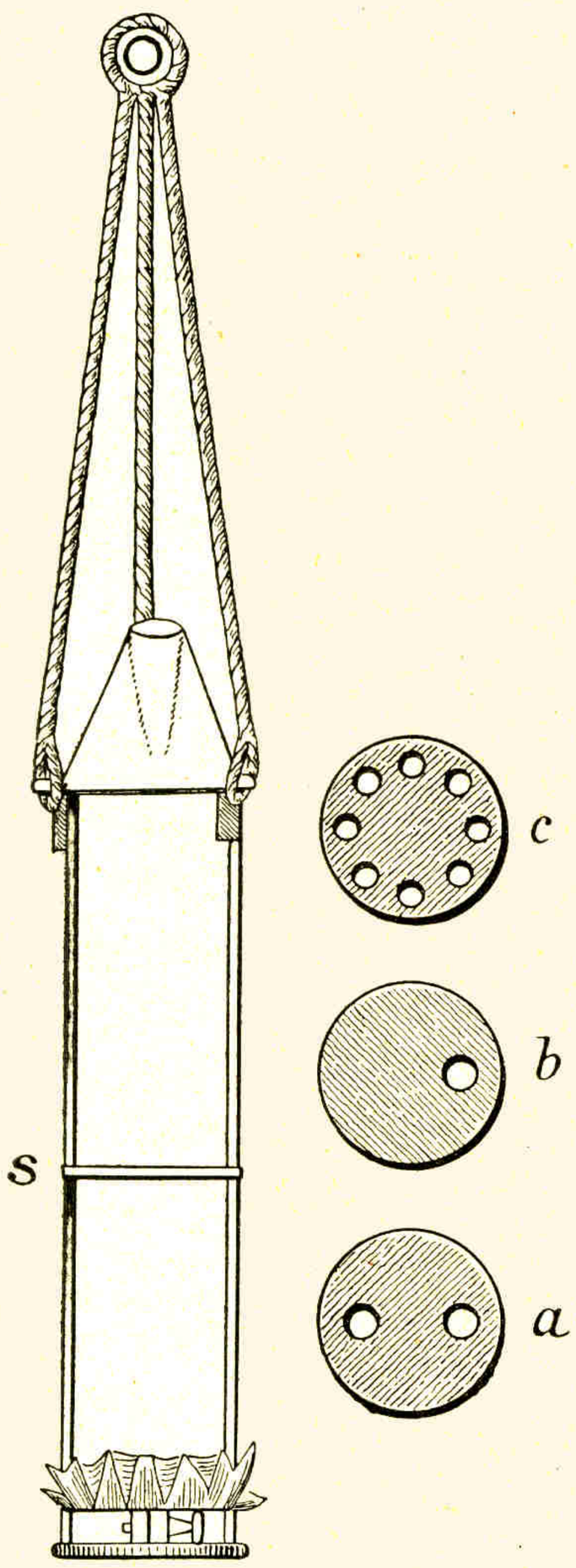


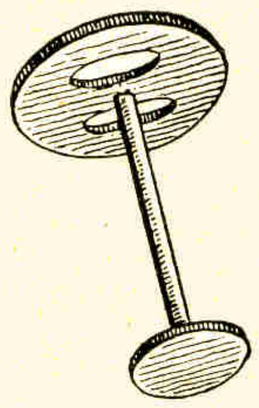
Abb. 90. Der Planktonseiher „Ethmophor" nach Zacharias. a, b, c Verschiedene Diaphragmen.
(Aus Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. 2. Verlag der Schweizerbarthschen Verlagshandlung Stuttgart.)

gerüst, in welches das filtrierende Gewebe so eingefügt ist, daß es nach innen vorspringende Falten bildet; doch würde es zu weit führen, das sehr verwickelt gebaute Gerät hier vollständig zu beschreiben (vgl. Hensen, Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. 1 B, S. 155 u. f.).

In neuerer Zeit werden die sog. Planktonröhren als die am besten zu den vorliegenden Zwecken geeigneten Geräte hingestellt. Es gibt mehrere Formen davon.

Der Planktonseiher „Ethmophor" von Zacharias. Dieser Apparat war vor dem Kriege zum Preise von 60—70 Mk. bei Zwickert in Kiel zu haben. Er besteht aus einer Messingröhre von 36 cm Länge und 8 cm Durchmesser. Dieser Röhe ist vorn ein ebenfalls aus dem gleichen Metall bestehender Kegel von 6 cm Höhe und einer Öffnung von der Größe eines Zweimarkstückes aufgesetzt (vgl. Abb. 90). Bei S ist das Gerät aufschraubbar; es läßt sich so in zwei Teile, einen vordern von 21 cm und einen hintern von 15 cm zerlegen. Vorn am Kegelrand sind drei starke Ösen angebracht; an diesen werden drei Taue angeknüpft, die nach vorn zu einem sog. Auge zusammenlaufen; an letzterem wird dann das eigentliche Haltetau von 30—50 m Länge befestigt.

An der vorhin erwähnten Stelle bei S, wo das Gerät durch ein Schraubengewinde in zwei Teile zerlegt werden kann, ist innen an der vordern Röhrenhälfte rundherum ein wulstartiger Vorsprung angebracht. Hier wird nun eine durchlöcherte Messingplatte, ein sog. Diaphragma aufgelegt. Beim Zuschrauben wird es von der hintern Röhrenhälfte fest an den vordern Wulst gedrückt und festgehalten. Dieses Diaphragma hat die Aufgabe, die Gewalt des vorn durch die Öffnung einströmenden Wassers zu brechen, so daß dieses nun viel weniger heftig auf die weiter hinten quer in die Röhre gespannte Seidengaze auftrifft. Letztere ist über das Ende der Röhre, der außen ein wulstiger Ring aufgelötet ist durch einen flachen Spannring festgehalten. Dieser Spannring kann mit Hilfe einer Schraube geöffnet



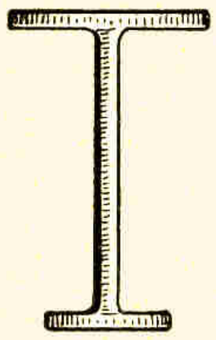


Abb. 91. Diaphragma für Fahrten mit Ozeandampfern.
(Aus Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. 2. Verlag der Schweizerbarthschen Verlagshandlung, Stuttgart.)

oder enggeschlossen werden; der oben erwähnte aufgelötete Ring verhindert jedes Abrutschen des Spannringes. Je nach der Schnelligkeit der Fahrt werden verschiedene Diaphragmen a—c eingesetzt: bei langsamer Fahrt das in Abb. 90 a

[1] Eine weitere Netzform zum Planktonfischen bei schneller Fahrt hat Borgert beschrieben. Zeitschrift für wiss. Mikroskopie. Bd. 12, S. 307—312. 1896. Auch von Gaston Buchet ist ein solches beschrieben worden (Considérations au dosage du Plankton de Surface Paris. Bureaux des deux Revues 1900).

Auf einfache Art läßt sich auf Seereisen mit Hilfe der Dampfpumpe Plankton gewinnen. Man braucht nur das von dieser gepumpte Meerwasser durch ein Netz oder eine andere entsprechende Vorrichtung zu filtern.

dargestellte, bei schnellerer das Diaphragma b oder bei noch größerer Schnelligkeit c, bei dem zahlreichere, aber noch engere Öffnungen vorhanden sind. Für Fahrten mit Ozeanschiffen endlich empfiehlt Zacharias das in Abb. 91 abgebildete Dia-

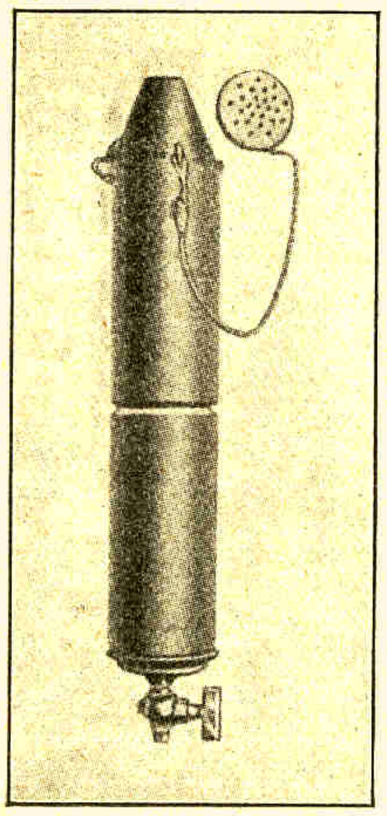


Abb. 92. Gesamtansicht der Planktonröhre nach Rina Monti. (Aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 3. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

phragma, das so eingesetzt wird, daß die kleine, als Verteiler wirkende Scheibe nach vorn, also der Öffnung zu, gerichtet ist.

Beim Gebrauche des Gerätes ist infolge des durch die Fahrtgeschwindigkeit bewirkten Auftriebs noch eine Beschwerung anzubringen und zwar vorn am sogen. Auge, also da, wo die drei Taue sich vereinigen. Für das Süßwasser soll ein Gewicht von 1 kg genügen; auf dem Meere sind je nach der Fahrtschnelligkeit zwei und mehr Kilogramm aufzuhängen. Das Eigengewicht ohne Beschwerung beträgt schon gut 2 kg.

Die Anwendung des Gerätes ergibt sich aus der Beschreibung. Alle 15—20 Minuten ist es einzuholen und zu entleeren. Die Seidengaze wird dabei sorgfältig gelöst und in einem kleinen Gefäß abgespült.

Die Planktonröhre von Rina Monti (Abb. 92 u. 93). Manches an dieser Planktonröhre erinnert an den Planktonseiher von Zacharias; sie besitzt aber Eigentümlichkeiten, die ihre Anwendung, namentlich auch bei Segelschiffahrten, mit wechselnder Geschwindigkeit und häufigem Stillstand usw. gestatten.

Das Gerät (Abb. 93) stellt eine zylindrische Röhre von 50 cm Länge und 10—12 cm Durchmesser dar und besteht aus Messing. Vorn ist dem Zylinderrohr ein Kegelstumpf aufgesetzt, dessen Öffnung 3—4 cm erreicht. An der Ansatzstelle dieses Kegels sitzen der Röhre 3 Henkel auf, von denen zwei zum Befestigen der Zugleine, die dritte zum Anhängen einer Beschwerung von 1—4 kg dient.

Der Metallzylinder besteht aus zwei Teilen, die in der Mitte (bei a) auseinander geschraubt werden können. Der vordere Teil trägt an der Schraubestelle einen schmalen, nach innen gerichteten Vorsprung und der hintere einen Ausschnitt; zwischen beiden kann ein Metalltellerchen eingelegt werden; es wird durch die erwähnte Einrichtung, wie die Abbildung 93 es deutlich zeigt, festgehalten. Das Metalltellerchen, ebenfalls eine Art Diaphragma, ist durchbohrt und wirkt als Filter für größere Gegenstände, die etwa eindringen, und gleichzeitig auch als Strombrecher für starken Wasserdruck. Der hintere Teil dieser Planktonröhre von Monti ist nun ganz eigenartig gebaut. Er enthält ein wirkliches, kleines Planktonnetz aus Seidengaze von der Form eines Kegelstumpfes. Vorn wird es durch einen ringförmigen, nach hinten gerichteten Fortsatz des eben erwähnten Metalltellerchens gehalten. Dieser Fortsatz ist auf der Abbildung nur im Durchschnitt sichtbar. Hinten wird das Gazenetz durch die Schraube c festgehalten. Damit die Gaze mehr Festigkeit, Halt und Bestand habe, zieht vom Schraubengewinde in der Mitte der Röhre nach hinten ein Metallnetz e, das auf der Abbildung gestrichelt dargestellt und natürlich auch hinten festgemacht ist und zwar am Metallring k. Dieser Metallring besitzt am Rande, da, wo er an den Zylinder befestigt ist, einen

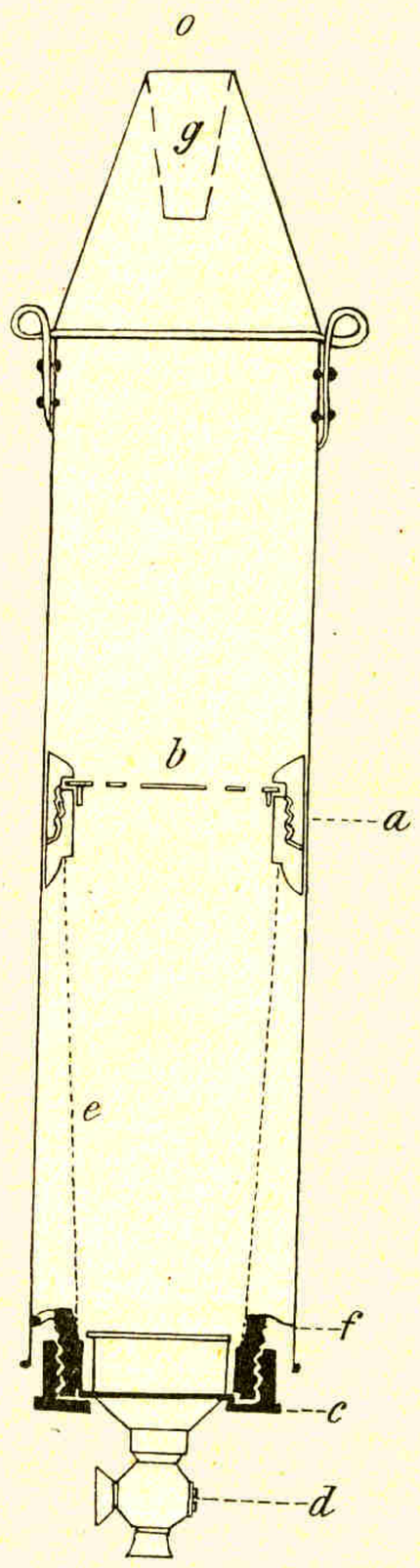


Abb. 93. Längsschnitt durch die Planktonröhre nach Rina Monti. (Aus der Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 3. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

Kreis von runden Öffnungen, durch die das gefilterte Wasser nach hinten entweichen kann. Den Abschluß nach hinten bildet ein Metalltrichter mit einem einen Hahn tragenden Ausflußrohr (d). Dieser Trichter wird ebenfalls durch die Verschlußschraube c festge-

halten. Dabei ist noch besonders hervorzuheben, daß beim Festschrauben des Ausflußtrichters und des diesem aufliegenden Seidengazenetzes nur die Verschlußschraube c sich dreht.

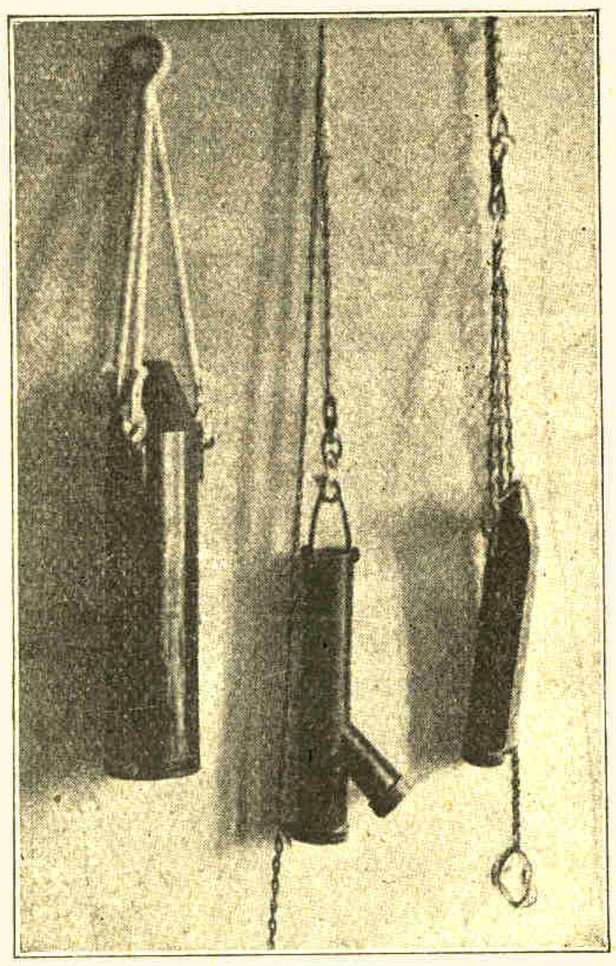


Abb. 94. Verschiedene Planktonröhren: links die von Zacharias, in der Mitte von Steentrup, rechts die von Apstein. (Nach Bachmann.)

Nun bleibt noch eine kleine Vorrichtung vorn an der Eingangsöffnung des Gerätes zu erwähnen. Rings um diese Öffnung ist ein Kreis feiner Löcher gebohrt, die dazu dienen, einen kleinen Zylinder oder stumpfen Kegelmantel aus Seidenstoff g zu befestigen. Falls das das Gerät ziehende Schiff plötzlich hält oder zu langsam fährt, verschließt dieser Seidenstoff die Eingangsöffnung, und etwa gefangene Organismen werden dadurch verhindert, wieder auszutreten. Damit dieses Zylinderchen aus Seide nicht etwa völlig umgestülpt wird, ist ein kräftiger Bindfaden von entsprechender Länge von der Seide nach dem Diaphragma gezogen und dort befestigt.

Das Gerät arbeitet beim Gebrauch wie folgt: Das Wasser tritt durch die Eingangsöffnung in den Raum der vordern Zylinderhälfte und kann sich hier gut verteilen. Dann trifft der Strom auf das Diaphragma, wird hier gebrochen und von größeren Gegenständen durch Filterung befreit. Nun kommt er in den Raum der hintern Zylinderhälfte und wird da durch das Seidengazenetz, das dem zylindrischen Metallsieb eng und ohne Falten aufliegt, endgültig gefiltert, und die Filtermasse kommt beim Hochheben des Gerätes in den trichterförmigen Metalleimer zu liegen, während das Wasser bei der Fahrt und nachher durch die Öffnungen bei f zwischen Zylinderwand und Metallsieb ausfließt.

Wie Zacharias, so hat auch Rina Monti verschiedene Diaphragmen vorrätig, die je nach Gebrauch des Gerätes, d. h. hauptsächlich je nach der Fahrtgeschwindigkeit ausgewechselt werden.

Die Zugleine wählt Rina Monti etwa 40—60 m lang.

Das vorliegende Gerät hat gegenüber andern Planktonröhren den Vorteil einer großen filternden Fläche aus Seidengaze.

Eine weitere Form ist die Apsteinsche Planktonröhre. Sie ist eine einfache Messingröhre (Abb. 94 rechts) mit einer vordern kegelförmigen Verengerung. Die Eingangsöffnung ist 1 cm weit, die Röhre etwa 25 cm lang, 3—4 cm weit und die Wand etwa 2 cm dick. Die hintere Öffnung ist durch ein Gazeläppchen verschlossen, das durch einen Klemmring festgehalten wird; die Unterseite trägt zur Festigung des Ganges einen Bleikiel. In der Nordsee soll es genügen, die Röhre eine Seemeile hinter dem Schiffe schleppen zu lassen, um einen ausreichenden Fang zur Beurteilung des Planktongepräges zu erhalten.

Schließlich sei noch die Steenstrupsche Planktonröhre erwähnt (Abb. 94 in der Mitte). Die Urbeschreibung war mir leider nicht zugänglich. Die folgenden Angaben fand ich bei Bachmann, der diese Planktonröhre übrigens derjenigen von Zacharias und Apstein vorzieht. Bei 825 g Gewicht ist sie 24,5 cm lang, 4,2 cm weit und besitzt bloß 1 mm Wanddicke. Am hintern Drittel ist eine zweite Röhre in spitzem Winkel angesetzt; die längere Seite der letzteren mißt 8 cm, der Durchmesser 3 cm. Die größere Ausströmungsöffnung ist mit weitmaschiger, die kleinere mit engmaschiger Gaze überzogen. Eine Messingkette bildet die Aufhängung an dem rund 30 m langen Zugseil.

Die Zentrifuge.

Sie gehört heute zu den wichtigsten Geräten der Planktonforschung, namentlich dank der

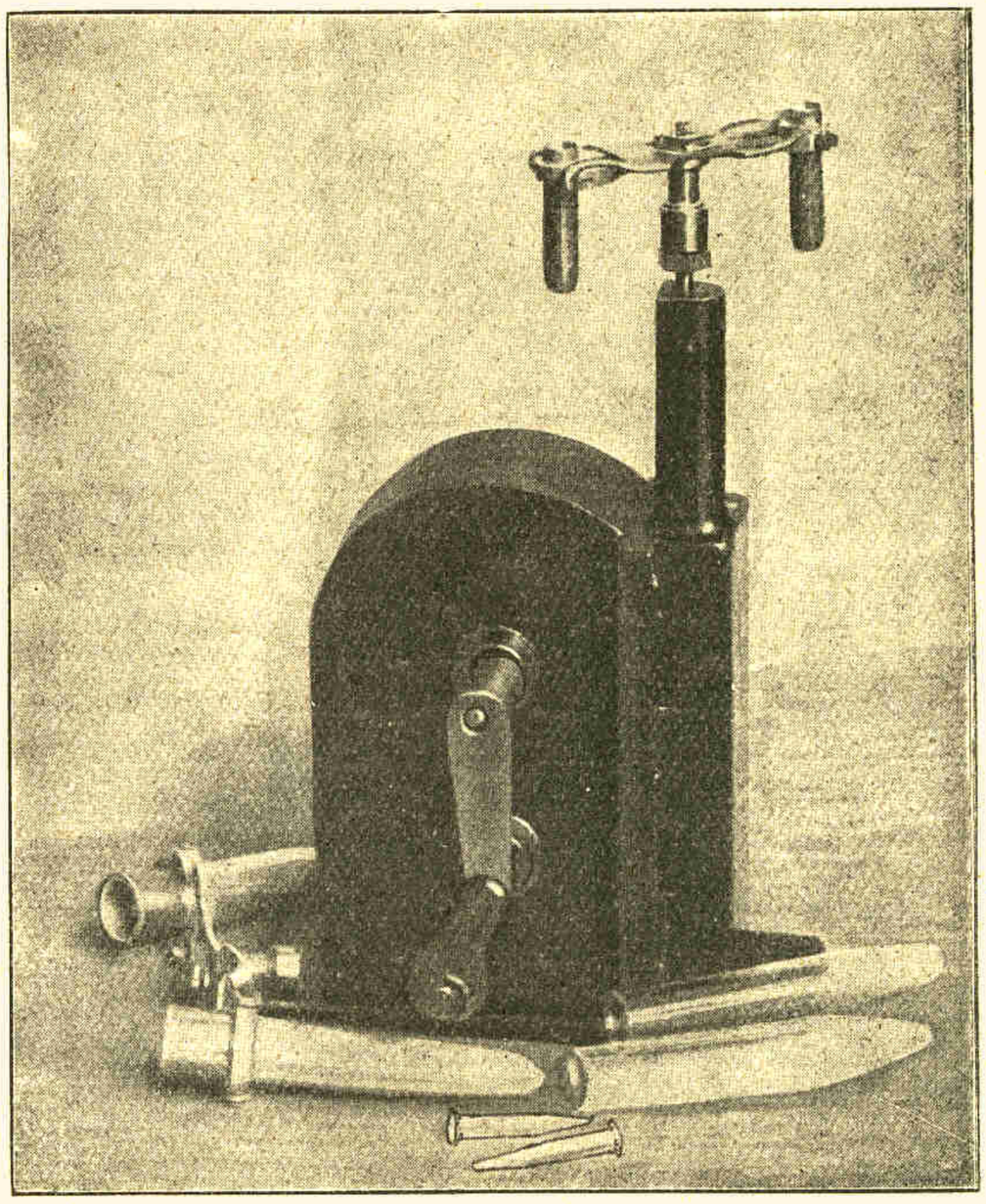


Abb. 95. Einfache Zentrifuge für Handbetrieb.

Untersuchungen Lohmanns. Freilich haben schon Cori (1895), Kofoid (1896), Dolley (1897) und andere die Zentrifuge zur Plankton-

gewinnung herangezogen, aber erst Lohmann hat die lehrmäßigen und tatfähigen Grundlagen zu ihrer heute so weitreichenden Benutzung erbracht.

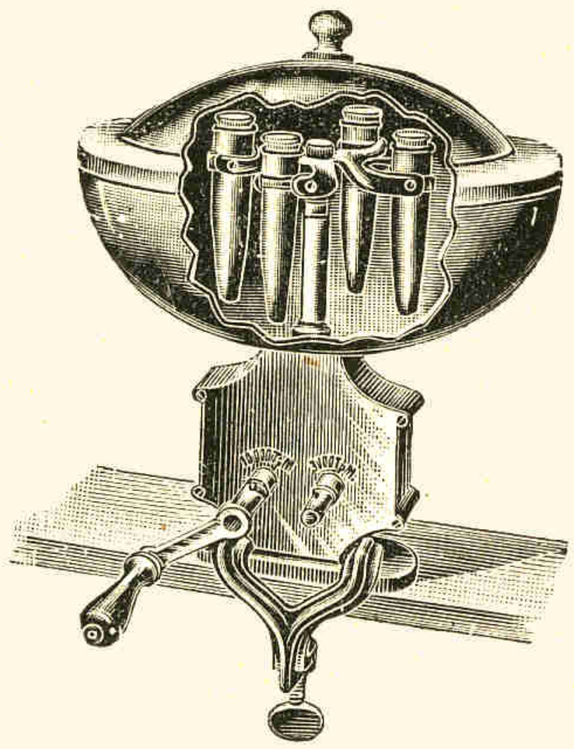


Abb. 96. Zentrifuge mit Handbetrieb für 2 Geschwindigkeiten (3000 und 10 000 Umdrehungen) und Schutzmantel.

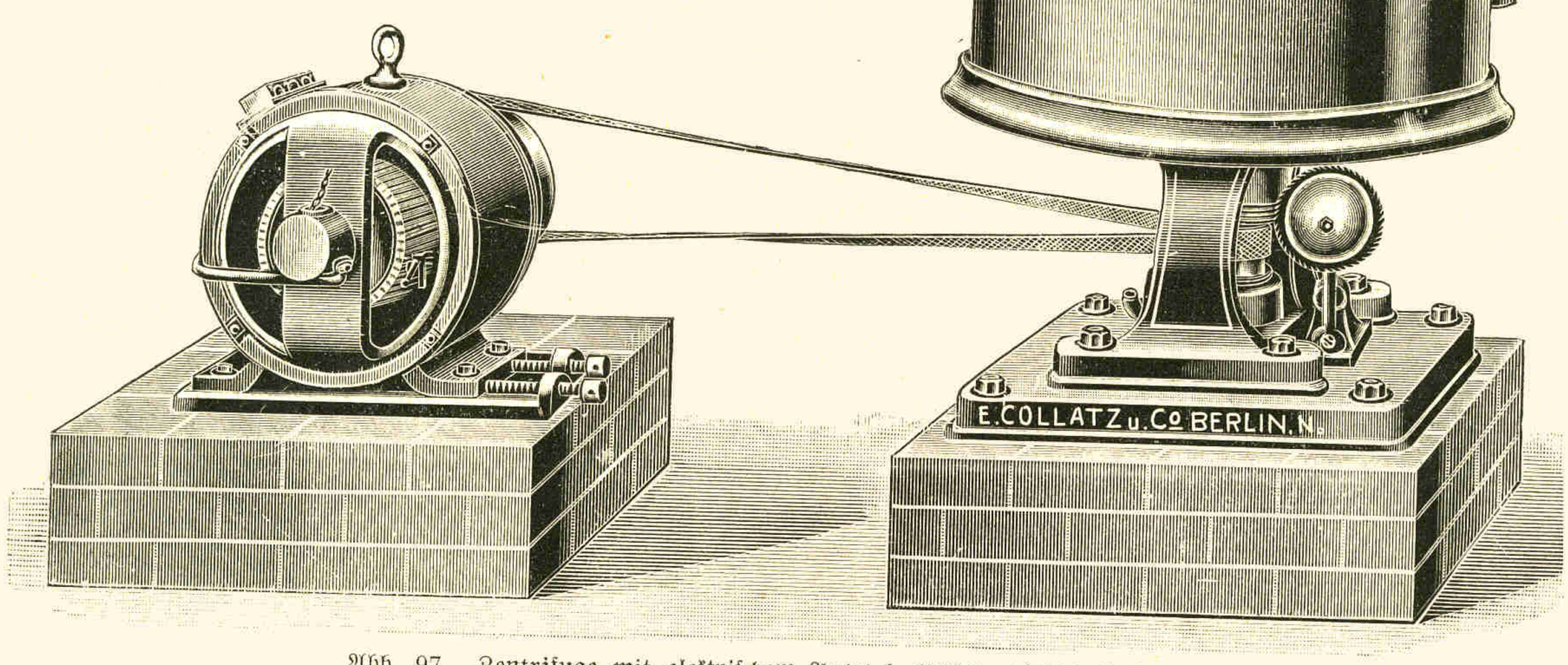


Abb. 97. Zentrifuge mit elektrischem Antrieb (5000—10 000 Umdrehungen).

Die Zentrifuge ist heute das wichtigste Gerät zur Gewinnung des Zwergplanktons (Nannoplanktons), d. h. jener Fülle kleinster Lebewesen des freien Wassers, die früher bei Netzfängen stets durch die Netzmaschen entwichen und nicht oder nur zum kleinsten Teile erfaßbar waren. Diese Wesen haben ja oft nur einen Durchmesser von einigen Mikromillimetern, kommen aber dafür in um so höherer Stückzahl vor. Wir finden das Zwergplankton sowohl im Süßwasser als im Meere. Auch hier ist die marine Hydrobiologie derjenigen des Süßwassers in seiner Erfassung vorausgegangen. Es umschließt Wesen von der größten Feinheit und Zartheit, weshalb zu seiner Erforschung hauptsächlich die Lebenduntersuchung in Anwendung zu kommen hat, ja öfters der einzige Weg ist, um diese Organismen überhaupt erkennen zu können. Viele zerfallen mit dem Eintritt des Todes rasch zu formlosen Klümpchen.

Bevor wir auf eine Darstellung der Art des Zentrifugierens und der Gewinnung des Materials eintreten, sollen kurz die zu verwendenden Zentrifugen beschrieben werden. Erstes Erfordernis ist, daß sie so leistungsfähig wie möglich sind. Bekanntlich hängt dies hauptsächlich von der Zahl der Umdrehungen ab, da das Absetzen mit ihrer Zunahme ein rascheres und ausgiebigeres wird.

Im allgemeinen dürften Zentrifugen mit einer Leistung von 2000—3000 Umdrehungen in der Minute vollauf genügen. Nur wenn ganz bedeutende Wassermengen zentrifugiert werden sollen, ist es mindestens bequem, oft aber notwendig, eine leistungsfähigere Zentrifuge zu besitzen. Olleys Planktonokrit machte bis 8000 Umdrehungen in der Minute. Kleinere Zentrifugen können von Hand betrieben werden; für größere ist ein elektrischer oder Wasserantrieb zu empfehlen; der elektrische ist natürlich der bequemste und auch derjenige, der die volle Ausnützung des Gerätes am besten ermöglicht. Zentrifugen mit Handbetrieb und 2000—3000 Um-

drehungen waren vor dem Kriege schon um 20 bis 30 Mark in sehr guter Ausführung zu haben (Abb. 95); sie genügen für die meisten Zwecke und können ihrer Billigkeit wegen auch vom einzelnen angeschafft werden. Dazu genügt ein Auf-

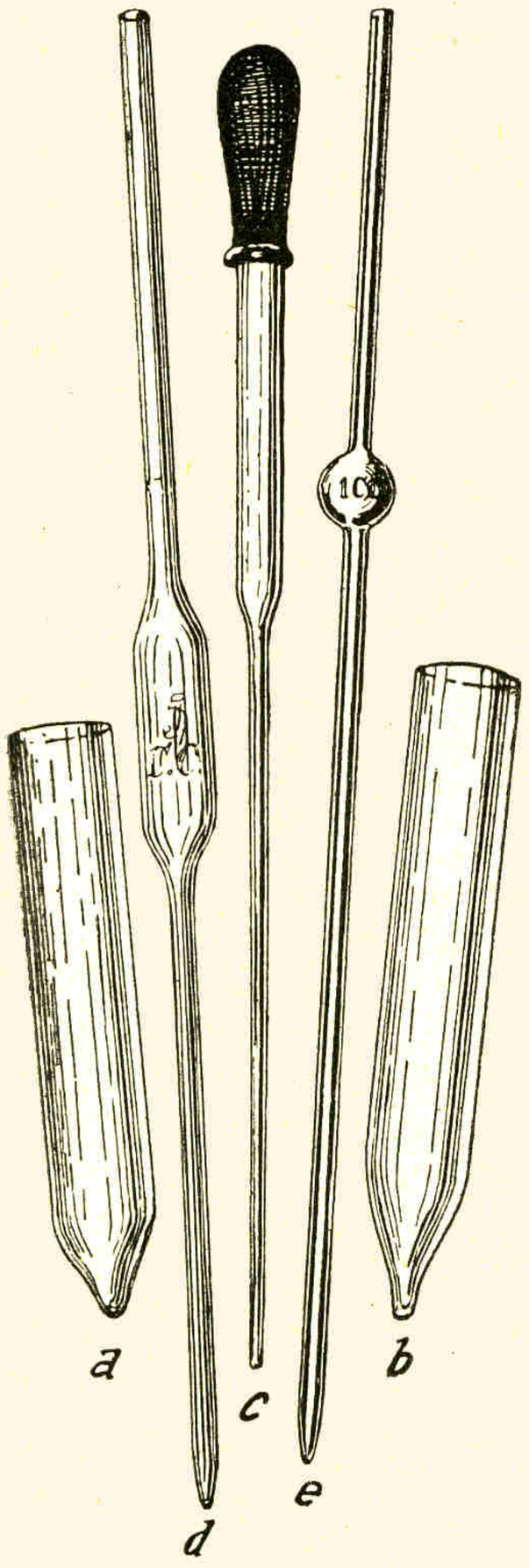


Abb. 98. Zentrifugengläser mit Pipetten. a Glas für quantitative, b Glas für qualitative Untersuchungen; c Pipette zur Entnahme des Niederschlags aus den Gläsern; d und e Pipetten zur Entnahme bestimmter Wassermengen aus den Schöpfproben und zum Einfüllen in die Zentrifugengläser. (Nach Lohmann.)

satz mit zwei Röhrchen vollauf. Nur im Anstaltsbetrieb ist ein Aufsatz mit 4 Röhrchen wünschenswert. In diesem Falle wird man aber auch auf eine Bauform greifen, bei der sich wesentlich höhere Umdrehungszahlen erreichen lassen (bis 10 000) (Abb. 96 u. Abb. 97). Zentrifugen mit großer Umdrehungszahl sind zweckmäßig mit einem Schutzmantel zu wählen.

Die zum Zentrifugieren zu verwendenden Gläser haben ganz besondere Form, sie sind unten kegelförmig zugespitzt (Abb. 98); dies erleichtert namentlich das Auffangen des einmal abgesetzten Niederschlags. Bei einfachem Umkippen und Ausgießen des Glases bleibt nur der Niederschlag mit ganz wenig Wasser hängen. Dies ist namentlich bei zahlenmäßigen (quantitativen) Untersuchungen von Vorteil; der ganze Fang läßt sich dann auf ein und denselben Objektträger bringen. Zum leichteren Entleeren des überschüssigen Wassers in Zentrifugengläsern hat M. Wolff vom Geschäftshaus Erich Koellner in Jena den auf Abb. 99 dargestellten Zentrifugenstempel herstellen lassen. Man vergl. diesbezüglich die Mitteil. von M. Wolff im Mikrokosmos S. 301. Jahrg. 7. 1913/14.

Es gibt einfache, glatte Zentrifugengläser und solche mit aufgezeichneter Teilung zu Meßzwecken. Erstere genügen zu rein artlichen (qualitativen) Untersuchungen vollauf. Sollen sie zu zahlenmäßigen (quantitativen) Arbeiten verwendet werden, so hat das Füllen mit einer Meßpipette (Abb. 98) zu erfolgen.

Gläser mit aufgezeichneter Teilung lassen allfällig auch die Masse des Niederschlags nach seinem Raumgehalt (Volumen) sogleich ablesen. Zur Entnahme des Niederschlags aus den Zentrifugengläsern ist eine lang und gleichmäßig ausgezogene Saugpipette (Abb. 98) zu verwenden. Das Absaugen hat immer sorgfältig zu geschehen. Die Pipette darf nicht einfach auf den Grund des Glases gestoßen werden, da sonst zahlreiche Organismen gequetscht würden. Die Zentrifugengläser sind möglichst eng zu wählen; die ersten Forscher hatten durchwegs viel zu weite Gläser gewählt. Das Absetzen geschah dann viel langsamer und unvollständiger. Erst Lohmann bemerkte dann, daß ein voller Erfolg die Verwendung möglichst kleiner Wassermengen und enger Zentrifugengläser voraussetzt. Die Gläser können wenige Millimeter eng gewählt werden,

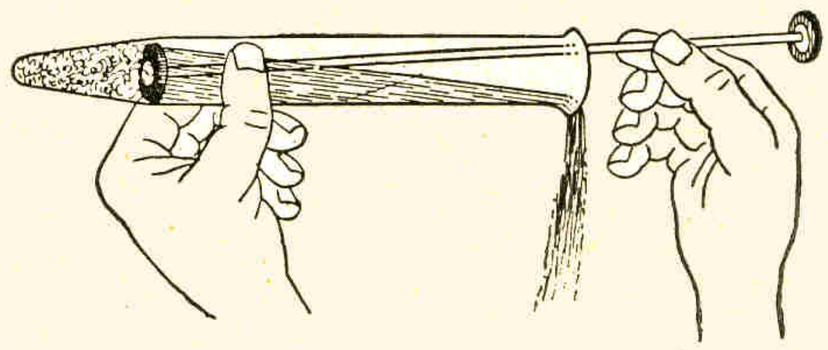


Abb. 100. Zentrifugenstempel nach M. Wolff zum Entleeren von Zentrifugengläsern.

so daß ein Entleeren durch Abgießen der Kapillarität wegen nicht mehr möglich ist. Es muß dann dazu die Saugpipette verwendet werden.

Welche Wassermenge ist nun zu zentrifugieren, namentlich auch, um zahlenmäßig (quanti-

tativ) ein richtiges Ergebnis zu erhalten? Nach Lohmann dürften im Süßwasser und in planktonreichen Küstengewässern des Meeres 15 bis 25 ccm vollauf genügen; für das planktonarme Mittelmeer hält er 150 ccm, für die noch ärmere Hochsee 300 ccm für ausreichend. Natürlich läßt sich in dieser Richtung durchaus keine Regel aufstellen. Für jeden einzelnen Fall wird durch Erfahrung die zu zentrifugierende Wassermenge erst erkannt werden müssen. In einzelnen Fällen werden sogar 10 ccm, 5 ccm, ja sogar 3 ccm ausreichend sein, ja überhaupt gezwungenerweise genügen müssen, da sonst ein Auszählen der großen Zahl wegen kaum noch ausführbar wäre. Für den Betrieb der Zentrifugen ist stets etwas Wasser in die Aluminiumhülsen, die die Gläser umgeben, zu gießen, damit der Raum zwischen Hülse und Glas ausgefüllt wird. Auf diese Weise wird einem Zerspringen der Gläser vorgebeugt. Die Wasserproben, die zur Zentrifugierung nötig sind, lassen sich je nach Umständen auf verschiedene Art schöpfen. Oberflächenproben können mit irgend einem Gefäß natürlich leicht beigebracht werden. Für Proben aus der Tiefe sind die weiter oben bereits beschriebenen Schöpfflaschen zu verwenden. Auch die Pumpe kann in Anwendung kommen.

Die Verarbeitung der Zentrifugenfänge hat sofort und am besten lebend zu erfolgen. Schon ein Stehenlassen von einigen Stunden würde ein gänzlich verändertes ungenügendes Ergebnis zeitigen, da einzelne Teile des Nannoplanktons abgestorben und verändert wären, andere aber sich wuchernd vermehrt hätten. Die Untersuchung hat infolgedessen am besten gerade an Ort und Stelle zu erfolgen. Die geschöpften Wasserproben sind ebenfalls so aufzustellen, daß möglichst dieselben Verhältnisse vorliegen wie am Schöpfort (Wärmelage, Belichtung usw.).

Bei zahlenmäßigen (quantitativen) Untersuchungen haben die weiter unten dargestellten Zähl- und Meßverfahren in Anwendung zu kommen.

Wir wollen diesen Abschnitt nicht schließen, ohne noch auf eine Untersuchung von Pascher[1] hinzuweisen, die uns geeignet scheint, die Schleuderverfahren auszubauen und zu vertiefen und ihre Ergebnisse in noch besseres Licht zu rücken.

Pascher legte sich die Frage vor, wie sich die Planktonten beim Zentrifugieren in einer wagrechten Ebene verhalten. Überlegungen ergaben, daß die Geschwindigkeit, mit der ein Plankton „fällt", abhängig ist von der Winkel-Geschwindigkeit, vom Abstand vom Drehungspunkt und vom Verhältnis der eigenen Dichte zur Dichte des umhüllenden Stoffes. Planktonten, die leichter sind als das umgebende Wasser, werden sich demzufolge zentripetal, dem Drehungspunkte zu, solche die schwerer sind, zentrifugal, vom Drehungspunkt weg, bewegen, bezw. ansammeln, während Planktonten, die mit dem Wasser gleich schwer sind, an Ort und Stelle bleiben müssen. Die Raschheit der Bewegung ist nun natürlich noch abhängig von der Zähigkeit des Wassers und der Größe der Oberfläche des abzusetzenden Körpers, also dem Reibungswiderstand desselben. Diesen Überlegungen folgend, machte Pascher Versuche mit verschiedenen Algen, die er auf folgende Art aus ihrem Wohnwasser zentrifugierte. In ein größeres Zentrifugengläschen wird ein zweites, kleineres, umgekehrt eingesetzt. Die schwereren Planktonten sammelten sich dann außen, die leichteren am Grunde des inneren Gläschens. Die Berührungsflächen der beiden Gläschen wurden mit weichem Paraffin abgedichtet; einige Schwierigkeiten bieten dabei die schwer fern zu haltenden Luftbläschen. Durch diese Anordnung gelang es Pascher, auch diejenigen Planktonten anzusammeln, die leichter als Wasser sind; seine Versuche geben übrigens einen beachtenswerten Einblick in die Art des Ausfallens der im Wasser vorhandenen Planktonten beim Schleudern überhaupt.

[1] Versuche zur Methode des Zentrifugierens bei der Gewinnung des Planktons. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrographie. Bd. 5. 1912.

Schriften über das Zentrifugieren und das Zentrifugenplankton.

Brehm, V., Einige Beobachtungen über das Zentrifugenplankton. Inter. Revue. Hydrobiolog. Bd. 3. 1916.

— Das Nannoplankton. Naturwiss. Wochenschr. Nr. 4. 1918.

Cori, C. J., über die Verwendbarkeit der Zentrifuge. Zeitschr. für wissensch. Mikroskopie. Bd. 12. 1895.

Dolley, C. S., The Planktonokrit. Proceed. Acad. Natur. Sci. Philadelphia. 1896. p. 276—289.

Lantzsch, Studien über das Nannoplankton des Zugersees. Zeitschr. für wissenschaft. Zoologie. Bd. 108. 1914.

Lohmann, Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. N. F. Kiel. Bd. 10.

— über das Nannoplankton und die Zentrifugierung kleinster Wasserproben zur Gewinnung desselben in lebendem Zustande. Internat. Rev. der gesamten Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 4. 1911.

Pascher, A., über Nannoplanktonten des Süßwassers. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 29. 1911.

Ruttner, über die Anwendung von Filtration

und Zentrifugierung bei den planktolog. Arbeiten an den Lunzer-Seen. Ebenda. Bd. 2. 1909.
Schiller, J., Bericht über Ergebnisse der Nannoplanktonuntersuchungen anl. der Kreuzungen S. M. S. Najade in der Adria. Intern. Rev. Hydrobiol. 1914.

Die Planktonpumpe.

Sie ist durch Bachmann, Frenzel, Fuhrmann, Kofoid, Volk u. a. in die Planktonforschung eingeführt worden und zwar hauptsächlich zu quantitativen, aber auch zu qualitativen Zwecken. Ihre Hauptverwendung findet sie dann, wenn es sich darum handelt, zu bestimmen, welche Planktonten und was für Mengen in einer gewissen Gewässertiefe vorhanden sind und wenn dafür eine größere Wassermenge durchfischt werden soll, als eine der früher geschilderten Schöpfflaschen hochbringt. Natürlich läßt sich daneben die Pumpe auch noch für andere Zwecke, z. B. zur Durchforschung tiefer Brunnenschachte, zum Planktonfang unter Eis, in Seichtwasser, in kleinen Flüssen, in Wasser mit dichten Pflanzenbeständen, für planktonarme Gewässer usw. gebrauchen.

Es kann sich hier nicht darum handeln, alle die Bauformen von Pumpen darzustellen, die bis jetzt zu Planktonuntersuchungen benutzt wurden. Haupterfordernis für eine verwendungsfähige Pumpe ist, daß sie luftdicht schließt, die Planktonten nicht quetscht und möglichst kräftig ist, so daß sie nicht nur in oberflächlichen Wasserschichten gebraucht werden kann. Man braucht schon eine kräftige Pumpe, um aus 70 m Tiefe Wasser hochzuheben. Wesentlich tiefer wird man mit von Hand betriebenen Pumpen kaum gehen können. Als Schlauch wird am besten ein starker, fester Gummischlauch verwendet, dessen Teilstücke durch die bekannten Verbindungsschrauben zusammengefügt werden können. Bachmann[1] führt als Lichtweite des zu verwendenden Schlauches 1 cm, Kolkwitz[2] 2,5 cm an. Das untere Schlauchende trägt einen Trichter, dessen Öffnung zweckmäßig durch Metallgaze verschlossen wird, damit nicht Blätter und andere gröbere Brocken in den Schlauch eindringen. Dem Trichter ist als Beschwerung ein Bleigewicht angehängt. Das Ausflußrohr der Pumpe kann entweder in große Sammelgefäße geführt werden, oder man kann es über ein Planktonnetz halten und das ausfließende Wasser mit dem Netze filtern. In diesem Falle ist aber dafür zu sorgen, daß das Wasser nicht etwa unter zu hohem Drucke ausströmt und kleinere Lebensformen gewaltsam durchs Netz treibt; der Wasserstrom soll vielmehr ruhig ausfließen. Wird er in Sammelgefäße geleitet, so stehen zur weitern Verwendung des geschöpften Wassers mehrere Wege offen. Volk hat den 25 Liter haltenden Sammelgefäßen ein Fixierungsmittel zugefügt und den Fang während acht oder mehr Tagen sich absetzen lassen (Absetzverfahren). Andere Forscher haben das gepumpte Wasser mit Filtern (siehe S. 96) weiter behandelt oder Teile davon zentrifugiert. Jedenfalls ist es zweckmäßig, wenn die Sammelgefäße genau geeicht sind; beim Pumpen selbst sollen wir stets genau unterrichtet sein, wie viel Wasser befördert wird.

Volk[1] hat das Wasser noch durch eine Art Trommel oder Blechkessel geleitet, der als Sandfang wirkt; das Wasser der Niederelbe, das er untersuchte, ist nämlich äußerst stark mit Mineralteilchen beladen, und diese suchte er auf die erwähnte Art aus dem Planktonfang zu entfernen. Wer Näheres über das Verfahren wissen möchte, sei auf die übrigens sehr lesenswerten und grundlegenden Ausführungen Volks selbst verwiesen.

Die Schlauchführung beim Pumpen kann je nach dem Untersuchungsziele eine doppelte sein. Will ich nur Wasser aus einer bestimmten Tiefe haben, so wird das Schlauchende mit dem Trichter an einem Stahldrahtseil bis dorthin versenkt, hierauf soviel Wasser durchgepumpt, bis ich völlig sicher bin, nur mehr Wasser aus jener Tiefe zu erhalten; denn beim Versenken hat sich der Schlauch naturgemäß mit Wasser der durchstrichenen Tiefen gefüllt.

Ist das Rohr der Pumpe nicht zu schwer, so kann dessen Ende auch mit Hilfe eines Schwimmers aus Kork usw. getragen und an Ort und Stelle festgehalten werden, d. h. wenigstens in derselben Tiefe (Quirmbach).

Will ich aber Plankton aus allen Tiefen fangen, so werde ich das Schlauchende ebenfalls erst versenken und dann während des Pumpens allmählich und gleichmäßig höher, bis schließlich zur Oberfläche heben. Dies kann entweder frei von Hand geschehen oder dadurch, daß mit dem Drehen des Schwungrades gleichzeitig eine Walze in Bewegung gesetzt wird, die durch Drehen den Stahldraht langsam aufwickelt und derart das Schlauchende hebt. Durch verschiedene Einstel-

[1] Bachmann, H., Planktonfänge mittels der Pumpe, in: Biolog. Zentralblatt, Bd. 20. 1900. — Siehe Seite 26.

[2] Zur Biologie der Talsperren usw. Mitt. a. d. k. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 15. 1911.

[1] Volk, Die bei der Hamburgischen Elbe-Untersuchung angewandten Methoden zur quantitativen Ermittlung des Planktons. Mitt. a. d. Naturhist. Museum in Hamburg. 18. Jahrgang. 2. Beiheft zum Jahrbuch d. Hamburg. wiss. Anstalten. Bd. 18. 1901.

lung kann bewirkt werden, daß mit 100 Umdrehungen des Schwungrades der Trichter sich um 0,25 m, um 0,50 m oder um 0,75 m hebt. Es braucht wohl kaum noch besonders betont zu

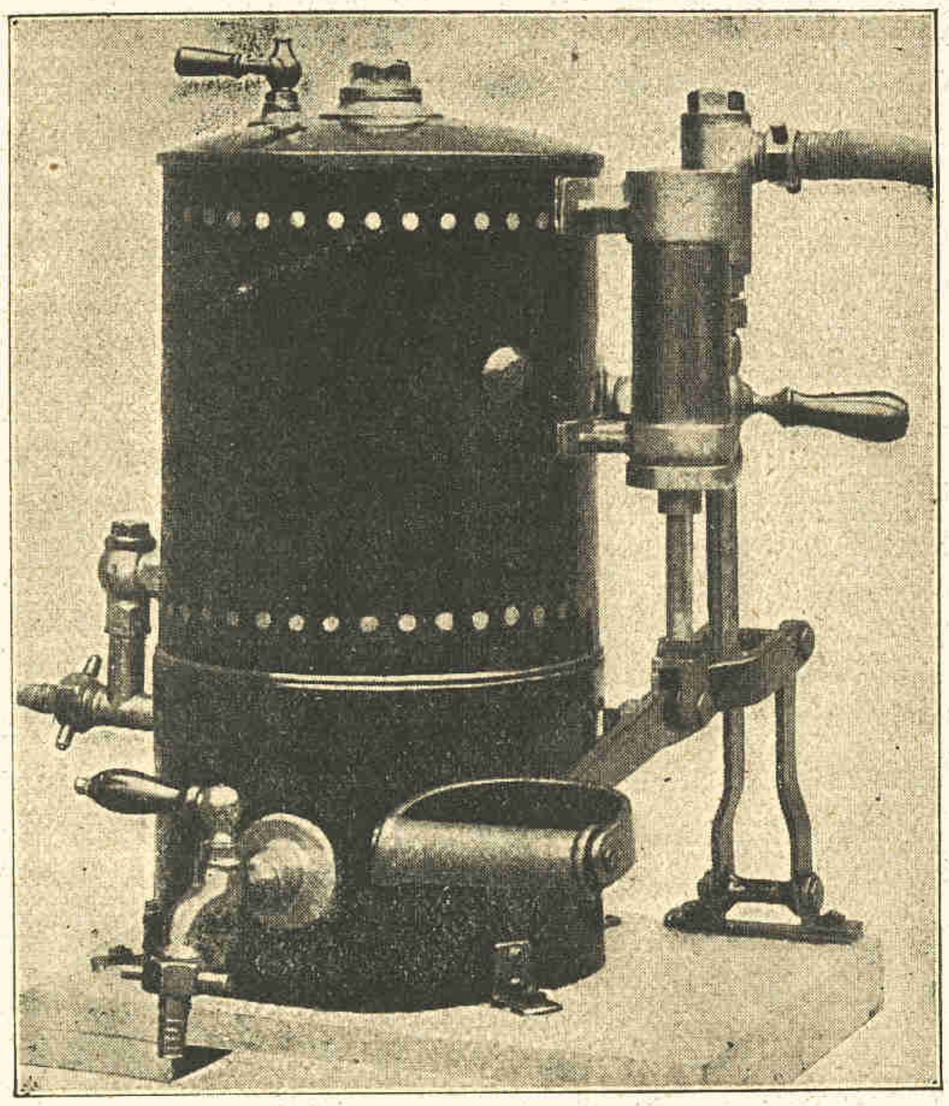


Abb. 100. Pumpe zum Planktonfang der hydrobiologischen Station Kastanienbraun bei Luzern.
(Nach einer von Prof. Bachmann gütigst zur Verfügung gestellten Photographie.)

werden, daß vor dem Versenken des Schlauchtrichters die Tiefe der Stelle genau zu loten ist.

Kolkwitz[1] empfiehlt als Pumpe eine sog. Würgelpumpe; Quirmbach[2] benutzte eine einfachere und leichter zu tragende Pumpe nach Entwurf von Prof. Schiemenz, bemerkt aber nur, daß es sich um eine einfache Saugpumpe aus Zinkblech handelte. Die Beschreibung der Pumpen Lohmanns[3] (s. Abb. 105), Volks,[4] Kofoids,[5] liest man am besten in ihren Arbeiten nach. Die auf Abb. 100 dargestellte Form ist an der Hydrobiolog. Anstalt Kastanienbaum bei Luzern im Gebrauch.

Die Planktonkammer.

Dieses Gerät (Abb. 101) ist eine Erfindung von Kolkwitz.[6] Es besteht aus einem 2,63 mm hohen Glasblock, der in der Mitte eine kreisförmige Ausbohrung von 22 mm Durchmesser besitzt. Dieser Glasblock wird mit der einen Seite auf eine Bodenscheibe gekittet; auf die

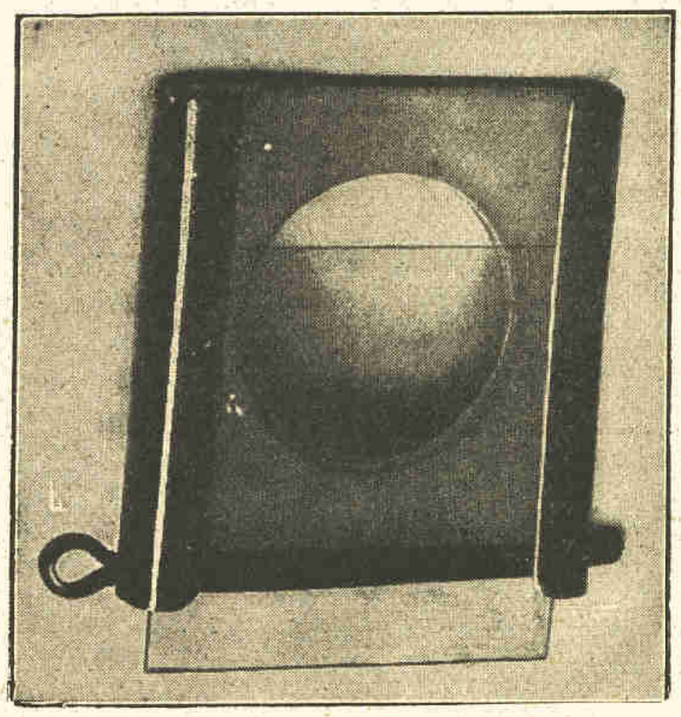


Abb. 101. Plankto kammer nach Kolkwitz.

andere Seite wird eine Deckscheibe von 0,5 mm Dicke gelegt. Die in der Abb. 101 sichtbare Mes-

[1] Kolkwitz, Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. Mitt. a. d. K. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Heft 15. 1911.

[2] Quirmbach, J. K., Studien über das Plankton des Dortmund-Emskanals und der Weser bei Münster, in: Arch. für Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. 7.

[3] Lohmann (siehe S. 28; 1905 und 1908.)

[4] Volk (siehe S. 93.)

[5] Kofoid, Plankton Studies 1. Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History. Bd. 5. 1897.

[6] Kolkwitz, über das Kammerplankton des Süßwassers und der Meere. Ber. d. Deutschen Botan. Gesellschaft. Bd. 29. 1911.

— Pflanzenphysiologie. Fischer, Jena. 1914. Seite 195—197.

Naumann, Einar, Bidrag till kännedomen om vegetationsfärgningär i sötwatten, 4. Den teoretiska nojdgränzen för kubikcentimeterkammerens anwändbarhet. (über die Obergrenze der ccm-Kammer nach Kolkwitz.) Schwedisch mit deutscher Zusammenfassung. Botaniska Notiser. Lund. 1914.

Einige Gesichtspunkte betreffs der bildlichen Darstellung des Kammerplanktons. Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkd. (erst im Drucke, mir als Korrektur zugänglich!) Enthält auch Hinweise auf Schriften über Kammerplankton.

Man vergleiche in diesem Zusammenhang auch die Mitteilung von H. Behrens S. 217 des Mikrokosmos, Jahrg. 7. 1913/14.

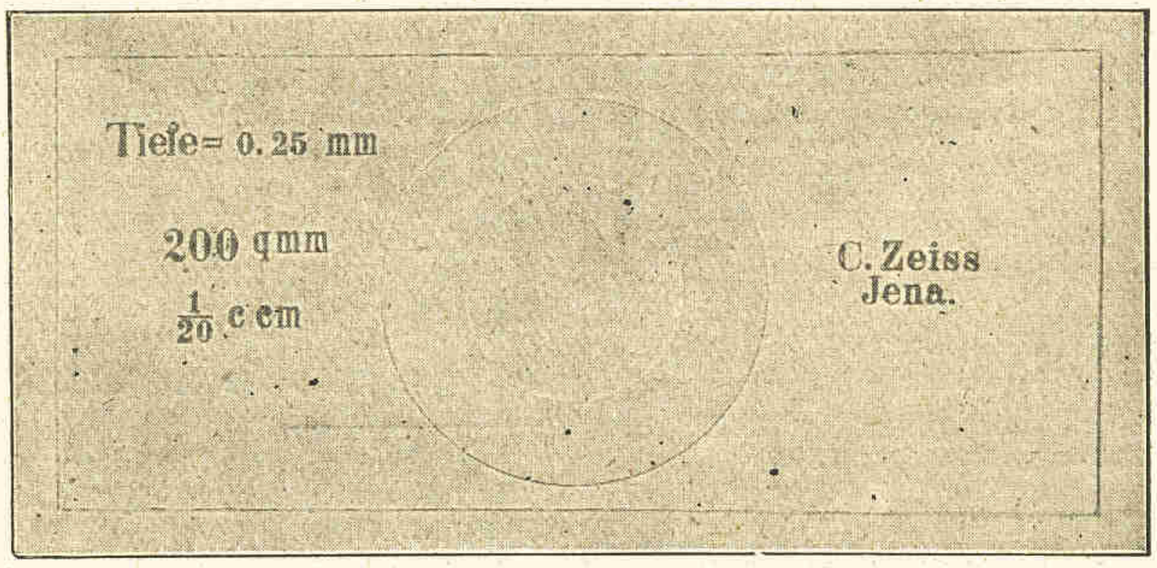


Abb. 102. Kolkwitzsche Tropfenkammer.

finghülse dient lediglich zum Schutze des Behälters. Das Herausfallen von Kammer und Deckscheibe aus der Hülle wird durch einen Stift verhindert, der mit einer federnden Ausbauchung versehen ist. Soll zur Probeentnahme geschritten werden, so wird der Stift um 90° gedreht, der Deckel genügend weit herausgeschoben und die Kammer, die gerade 1 ccm Wasser faßt, gefüllt. Ist der Deckel zugeschoben, so dreht man auch den Stift zurück.

Die Deckscheibe kann mit Teilstrichen versehen sein, um das Auszählen der gefangenen Planktonten zu erleichtern; die Kammer selbst wird dazu dann umgekehrt, so daß die Deckscheibe unten liegt.

Die Entnahme der Wasserprobe geschieht unmittelbar mit der Kammer selbst; die Deckscheibe hält nach der Füllung durch Adhäsion fest und schließt luftdicht ab.

Um einen ersten Einblick in die Zusammensetzung des Fanges zu erhalten, wird er mit einer Lupe (etwa 14 facher Vergrößerung) gegen das Licht durchmustert. Vergrößerungen von 25×, 40×, und 100—250× ermöglichen schließlich auch das Bestimmen der meisten Planktonten. Nach einiger Zeit sammeln sich diese dann auf dem Boden oder unter der Deckscheibe an; die beweglicheren können in Wärmestarre versetzt werden und die Untersuchung kann weitergehen.

Enthalten die geschöpften Proben einen großen Reichtum an Kleinplankton, empfiehlt Kolkwitz die Verwendung einer kleineren Kammer, nämlich der $^1/_{20}$ ccm-Kammer oder Tropfenkammer (Abb. 102). Für entsprechende Untersuchungen an größeren Planktonten schlägt derselbe Forscher die 20 ccm-Planktonkammer vor. Doch wird man in diesem Falle meist einen Netzfang vorziehen.

Aus dem Dargelegten geht hervor, daß die Planktonkammer sich vor allem zu quantitativen Untersuchungen kleinster Planktonten eignet. Sie vermag uns eigentlich von allen Verfahren einzig einen Einblick in eine ganz natürliche Lebensgemeinschaft zu geben, freilich nur in der räumlichen Ausdehnung von $^1/_{20}$ ccm, 1 ccm oder allfällig noch von 20 ccm. Netzfänge, auch Zentrifugenfänge usw. sind demgegenüber nur recht ungenaue Verdichtungen der Teillebewelt eines mehr oder weniger genau bekannten Wasserraumes. Die Planktonkammer aber liefert das Vollplankton; ihr Hauptwert liegt jedenfalls in dieser Eigenschaft.

Natürlich läßt sich die Kammer auch zu manchen andern Arbeiten benutzen, z. B. zum Beobachten von Insekten, als feuchte Kammer usw.

Das Planktonsieb.[1]

Dieses Gerät soll es ermöglichen, Netzplankton in allen jenen Kleingewässern (Quellen, Tümpeln usw.) zu fangen, wo die Verwendung, bezw. das Herumziehen eines Planktonnetzes aus verschiedenen Gründen nicht möglich ist. Freilich ist hier die Planktonkammer für den Fang der Kleinplanktonten oder zum Schöpfen von Verunreinigungen in erster Linie zu gebrauchen; aber manche größeren Formen sind zu selten, als

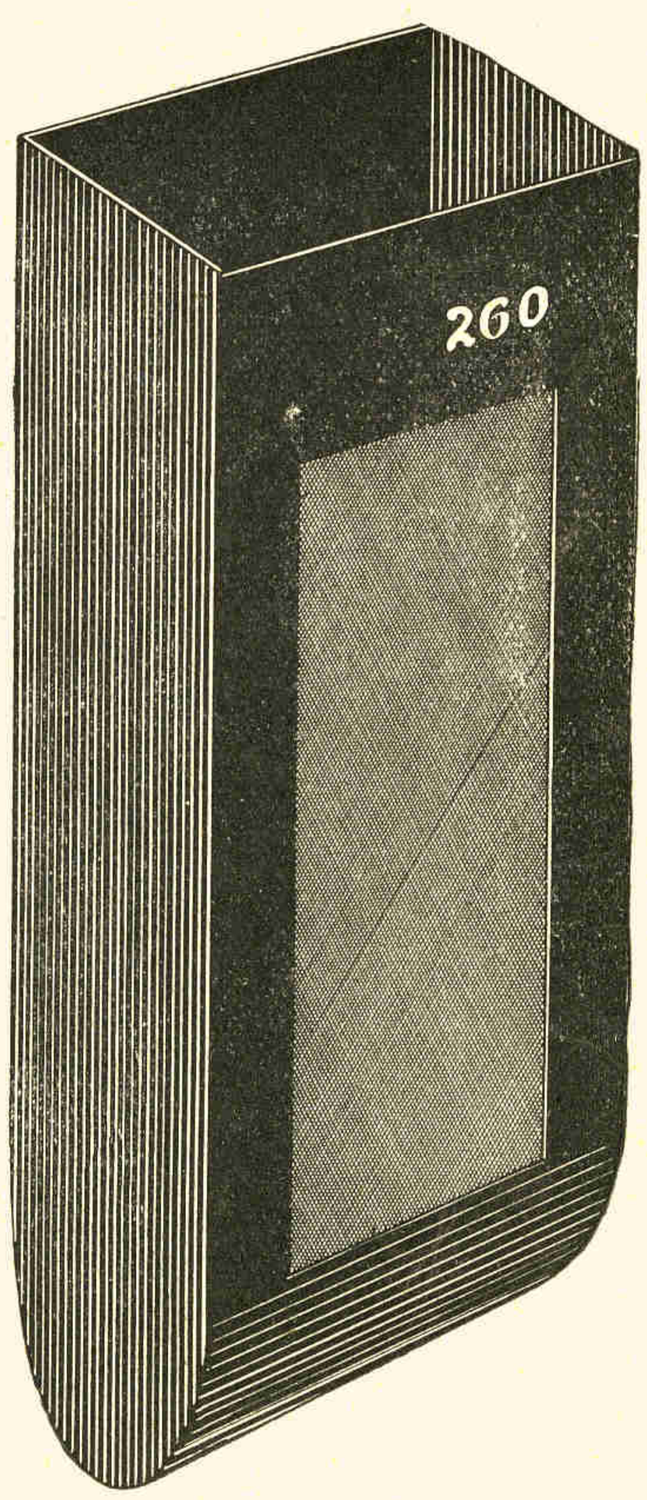


Abb. 103. Planktonsieb aus Metall.
(Nach Kolkwitz.)

daß uns die Kammer darüber genügend Aufschluß bringen würde, da empfiehlt sich dann der Gebrauch eines Planktonsiebes. Es läßt sich aber auch noch für manch andere Zwecke verwenden. Ein solches Sieb ist auf Abb. 103 dargestellt. Seine Wandteile können aus Kupfer, Zink oder Nickel hergestellt sein. Tote Ecken sind nach Möglichkeit vermieden. Die filternden Flächen bestehen aus Phosphorbronze Nr. 260, also aus einem Metallgewebe von feinster Maschenweite (auf einen Quadratzoll = 26,25 mm² kommen

[1] Kolkwitz, Das Planktonsieb aus Metall und seine Anwendung. Ber. d. Deutschen Botan. Ges. Bd. 29. 1911.

260 Maschen). Die Dicke der einzelnen Fäden beträgt etwa 40 μ, die lichten Maschenweiten schwanken zwischen 60—70 μ. Die Abb. 104 bringt das Verhältnis von Gewebe aus Phosphorbronze 260 zu Seidengaze Nr. 20 gut zur Anschauung.

Das Planktonsieb wird nun nicht etwa durchs Wasser gezogen; am besten wird das zu filternde Wasser mit einem geeichten Schöpfbecher hineingegossen. Die Menge des zu filternden Wassers richtet sich natürlich nach der Menge der darin schwebenden Teilchen und Lebewesen.

Die Verwendung des Planktonsiebes wird wohl meist mit der Planktonkammer verbunden

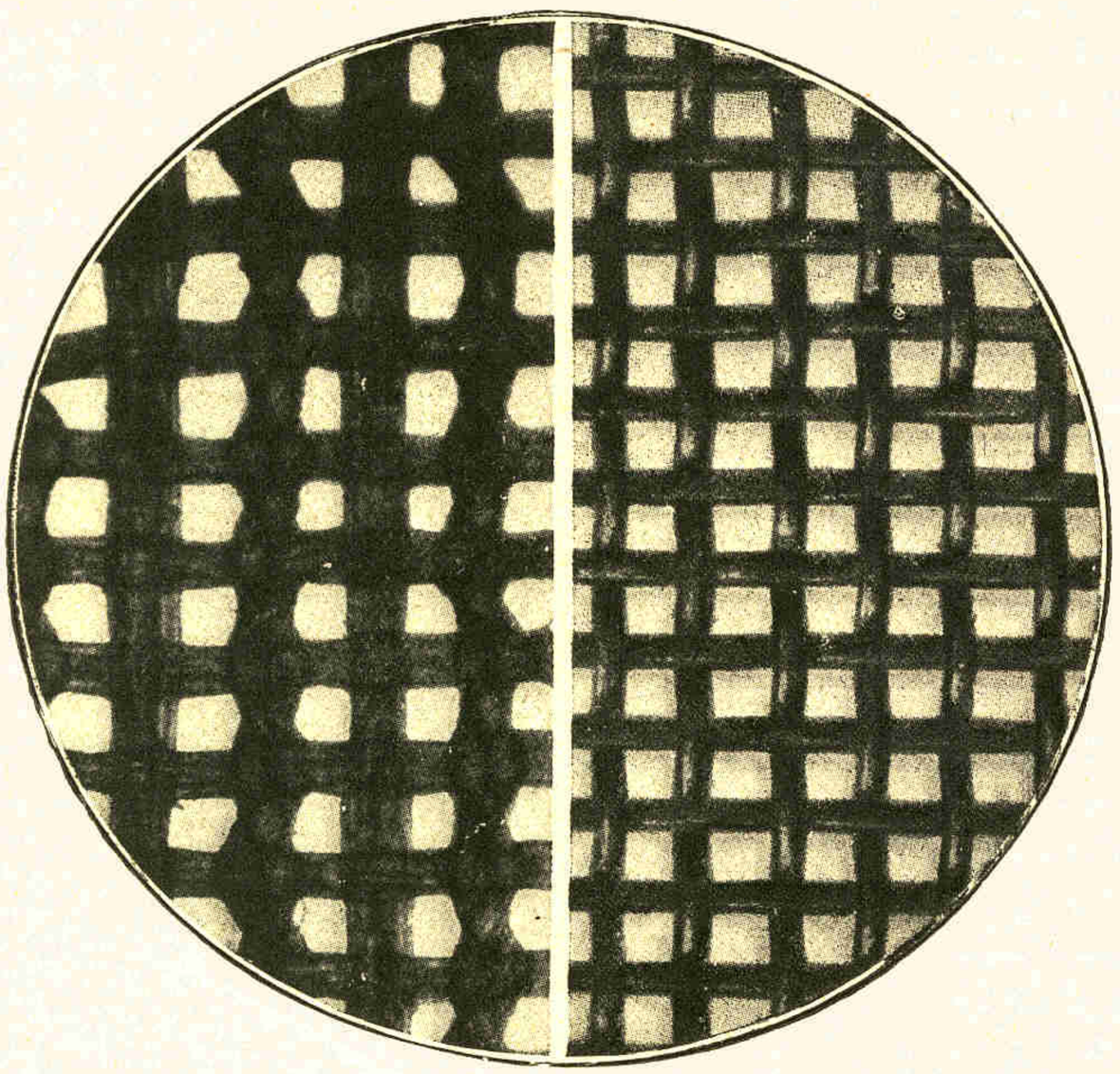


Abb. 104. Metallgewebe aus Phosphorbronze und Seidengaze.

sein. Vereinigt vermögen beide Geräte einen guten Einblick über die frei im Wasser schwimmende Planktonlebewelt und die vorhandenen toten Teilchen zu geben.

Der Planktonfang mit dem Schlauchverfahren von V. Hensen.

Im Schlußbande der Ergebnisse der Planktonexpedition beschreibt V. Hensen ein neuartiges Verfahren zum Planktonfangen, das namentlich zum Prüfen und zur Unterstützung von Fängen mit andern Vorrichtungen dienen mag. Lohmann hat das Verfahren auf der Ausfahrt der „Deutschland" zur antarktischen Expedition im Jahre 1911 benutzt.

Ein Gummischlauch von 2 cm lichter Weite und 200 m Länge wird als Heber benutzt. Das eine Ende des Schlauches wird auf dem Schiffe befestigt, das andere versenkt. Im Schlauche steigt dann das Wasser mit dem in ihm liegenden Plankton auf und zwar so, daß die Schichtung dieselbe ist wie im umgebenden Wasser. Hat der Schlauch die gewünschte Tiefe erreicht, so wird das obere Ende mittelst eines Hahnes oder einer Klemmvorrichtung festgeschlossen und nun das untere Ende mit Hilfe eines Taues wieder eingeholt; ist es an Bord, so wird das obere Ende wieder geöffnet und das Wasser ausfließen gelassen. Der Schlauch enthält gut 60 Liter Wasser. Man stellt nun 10 je 6 Liter haltende Gefäße auf und läßt das Wasser, oben beginnend, einfließen. Wird beim Heben des untern Schlauchendes das obere unmittelbar über der Wasseroberfläche gehalten, so daß keine Luft hineinkommt, so wird der Schlauch die Wassersäule in natürlicher Schichtung behalten. Das erste Gefäß wird also Wasser von 0—20 m, das zweite solches von 20—40 m usw. enthalten. Diese, bestimmten Tiefenschichten entstammenden Wassermengen können nun je nach Bedarf mit Zentrifuge usw. bearbeitet werden.

Filter und ihre Verwendung zur Planktongewinnung.

Das Bestreben, das im Wasser vorhandene Plankton auch in seinen kleinsten Formen vollständig zu fangen, hat zur Einführung verschiedenster Filter in die planktologischen Arbeitsverfahren geführt. Porzellanfilter, Sandfilter, Kieselgurfilter, Kohlefilter, Leder, Seidentaffet und gehärtete Papierfilter sind zu diesem Zwecke bereits benutzt worden. Am besten scheinen sich gehärtete Papierfilter (von Schleicher und Schüll[1]) zu eignen. Die Anwendung dieser Filter ergibt sich aus der Abb. 105.

Wie dort ersichtlich ist, werden die Falten des Filters im Trichter durch vorspringende Stäbe gestützt. Ein Metallring, der dem Filter innen aufgelegt ist, verhindert etwaige Eingriffe des Windes. Die cardanische Aufhängung des Trichters hinwieder gestattet seine Verwendung namentlich auch an Bord eines Schiffes.

Meist wird die zum Filtern nötige große

[1] Schleicher & Schüll in Düren, Rheinland.

Wassermenge mit der Pumpe gewonnen oder dann auch mit dem auf S. 96 geschilderten Schlauchverfahren. Wasserschöpfflaschen liefern zu wenig Material, um in dieser Verbindung benutzt zu werden. Lohmann hat übrigens neuerdings das zu filternde Wasser erst mit Formol versetzt und einen Tag stehen lassen. Die aufgeführten Filter haben alle den Nachteil, daß viele Organismen durch den Vorgang verletzt und unkenntlich werden oder in noch recht großer Zahl verloren gehen, namentlich bei rauher Filteroberfläche. Besondere Sorgfalt ist deshalb beim Abheben bezw. Abwaschen des Filterrückstandes zu verwenden.

Die Fangeinrichtungen der Planktonfresser und ihre Verwendung bei Planktonuntersuchungen.

Ein nicht zu verachtendes Verfahren namentlich zum Fange kleinster Planktonten besteht darin, den Verdauungskanal ausgesprochener Planktonfresser auf seinen Inhalt zu untersuchen. Lohmann hat als erster zu diesem Verfahren gegriffen und ist damit auf jene bis vor wenigen Jahren unbekannte Welt der Zwergplanktonten aufmerksam geworden.

Es war schon längere Zeit bekannt, daß der Darminhalt der Tunikaten (Manteltiere) reich mit kleinsten Planktonorganismen oder doch wenigstens den Überresten davon gefüllt ist. Durch die Untersuchung von Fäkalmassen pelagischer Tunikaten läßt sich deshalb, wie Lohmann ausführt, sehr wohl ein Bild von der Zusammensetzung des Planktons am Fangorte gewinnen, soweit dieses aus Arten besteht, die Kiesel-, Kalk- oder Chitinskelette besitzen.

Aber einer Gruppe dieser Tunikaten, den Appendikularien, kommt für die Erforschung des Meeres an Plankton eine noch weit größere Bedeutung zu, da sie in ihren Gallertblasen und Gehäusen auch die skelettlosen, feinsten und kleinsten pelagischen Organismen lebend zurückbehalten und aussieben. Wir können sie leicht zur Untersuchung heranziehen. Ja, diese Planktonfresser haben Lohmann direkt die wichtigsten Anhaltspunkte über das Vorhandensein des Nannoplanktons geliefert und diesem Forscher schließlich auch den Anstoß gegeben, nach brauchbaren unmittelbaren Fangverfahren zu suchen. Diese zartesten Wesen bleiben in der Fangreuse unverletzt liegen und werden vom Tier von Zeit zu Zeit durch eine Röhre, die zum Munde führt, eingeschlürft. Bei etwaigem Mangel an besonderen Fangeinrichtungen für das Zwergplankton können die Reusen der Kopelaten benutzt werden, um wenigstens in seine artliche Zusammensetzung an einer bestimmten Stelle des Meeres Einblick zu erhalten.

Ähnlich wie Lohmann die Kopelaten zur Untersuchung und zum Nachweis der Nannoplanktonten heranzog, hat neuerdings Einar Naumann[1] die Entomostraken des süßen Wassers benutzt. Da sollen namentlich die Kladozeren in ganz beträchtlichem Maße Zwergplanktonfresser sein, und dies hauptsächlich filternde und nicht kauende. Naumann empfiehlt dabei auf folgende Art vorzugehen: Für die Untersuchung ist zunächst ein doppelter Weg einzuschlagen, je nachdem schalentragende oder nackte Zwergplanktonten im Darmkanal sichtbar gemacht werden sollen. Für die ersteren ist ein Aufhellungsmittel mit höherer, für die letztern mit niedriger Brechungszahl zu verwenden. Es kann so mit Parallelpräparaten gearbeitet werden und zwar in Kanadabalsam einerseits und Glyzerin andererseits.

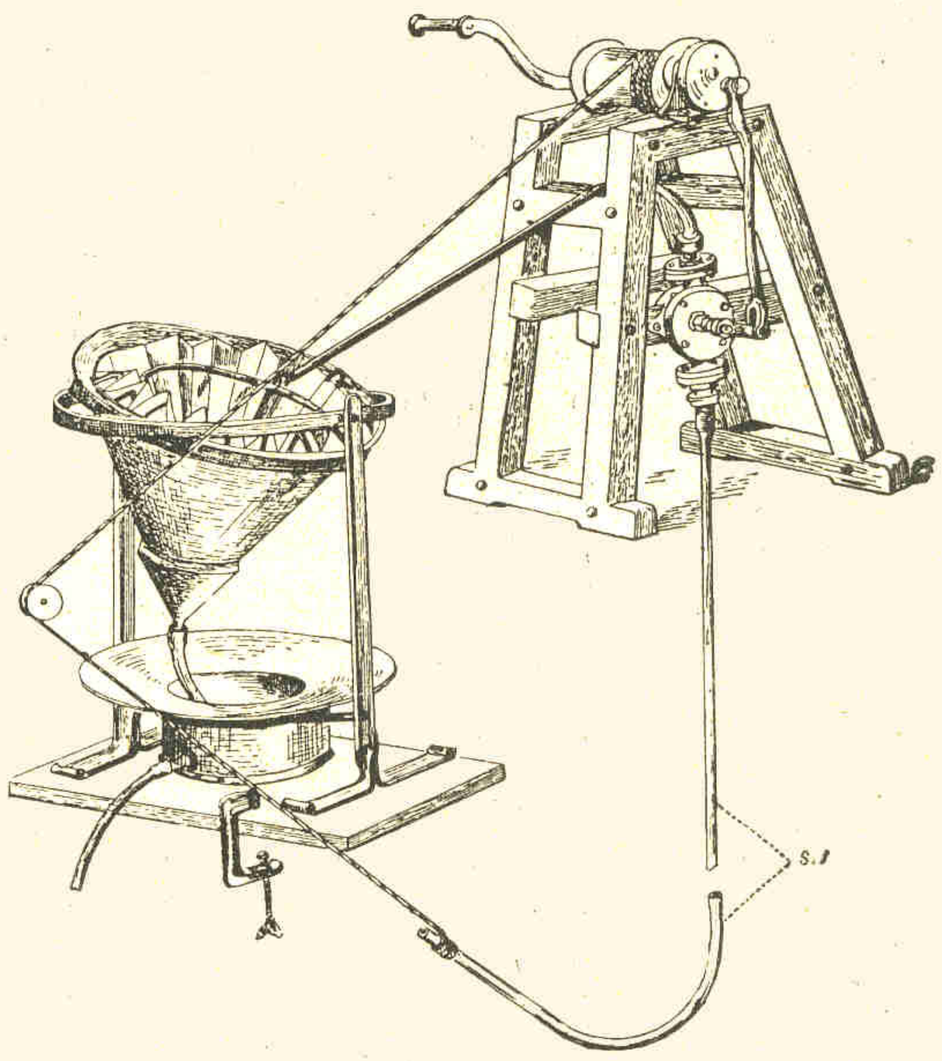


Abb. 105. Planktonpumpe und Filter nach Lohmann. Rechts hinten ist das Holzgestell mit der Flügelpumpe und Winde. Beide werden durch die Kurbel betätigt. Durch den Schlauch wird das Wasser eingepumpt. Das Schlauchende wird durch ein Tau gehalten, das um die Winde läuft; je nach der Drehrichtung derselben wird das Tau frei oder eingewunden und damit das Schlauchende gesenkt oder gehoben.
(Nach Lohmann aus Steuer, Planktonkunde. Verlag B. G. Teubner, Leipzig.)

[1] Om awändningen av fenol olika kombinationer vid vissa planktologisktnärings - biologiska undersögningar. (Deutsche Zusammenfassung!) in Botaniska Notiser. 1917. S. 257.

Das Glyzerin eignet sich für die Kladozeren; für die Kopepoden versagt es meist wegen ihrer dicken Körpermuskulatur. Man kann sich aber durch Ausquetschen helfen.

An Stelle des umständlichen Balsamverfahrens schlägt Einar Naumann folgende Wege vor. Das Zooplankton kommt auf den Objektträger; die Aufbewahrungsflüssigkeit wird abgesogen und etwas kristallisierte Karbolsäure zugefügt, dann vorsichtig erwärmt (Phenol entzündet sich leicht); ist es geschmolzen, so sind die Tiere völlig aufgehellt. Die Untersuchung auf Diatomeen und andere schalentragende Formen kann in Phenol zu Ende geführt werden oder man kann das Phenol mit Eugenol teilweise ersetzen; damit wird ein erneutes Auskristallisieren vermieden.

An Stelle des kristallisierten Phenols kann nach Naumann auch die gewöhnliche, flüssige Karbolsäure benutzt werden, entweder bei ganz leichter Erwärmung (sofortiges Aufhellen) oder bei Zimmerwärme (Aufhellen erst nach einigen Minuten).

Bei vorsichtigem Vorgehen können die Präparate sowohl aus Phenol-Eugenol, als aus flüssiger Karbolsäure über Eugenol unmittelbar in Kanadabalsam übergeführt werden.[1]

Das Beobachten von lebendem Plankton und die Lebendfärbung von solchem.

Plankton nur zu sammeln, hat keinen wissenschaftlichen Wert. Lohmann sagt diesbezüglich treffend: „Beobachten und Forschen ist seine (des Forschers) Aufgabe, nicht das Ausführen von Netzfängen oder Schlauchfängen und Konservierung der Fänge."

Zum Beobachten lebenden Planktons (hauptsächlich größerer Formen) bietet sich namentlich auf dem Meere mancherlei Gelegenheit.

Aber auch die Fänge selbst können oft längere Zeit lebend gehalten und so beobachtet werden; sie dürfen in diesem Falle nicht zu stark eingeengt sein; d. h. durch Benutzen eines größeren Glases und von entsprechend mehr Wasser müssen die Planktonten mehr Raum zur Bewegung erhalten. Diese Gläser sind weiter vor unmittelbarem Sonnenlicht und vor zu großen Schwankungen in der Wärmelage zu schützen.

Sehr zu empfehlen ist nun auch die lebende Beobachtung einzelner Planktonten oder kleiner Proben, die am besten in ein Uhrgläschen, einen hohl geschliffenen oder sogar auf einen glatten Objektträger unter ein Deckgläschen mit Wachsfüßchen gebracht werden. Sog. Präparierlupen, weiter Zeiß'sche Planktonsucher, die am Mikroskop anschraubbar sind oder selbst das Mikroskop sind dazu heranzuziehen und zu gebrauchen.

Die Bewegung, das Arbeiten der innern Organe, die Färbung usw. ist bei dieser Lebendbeobachtung besonders zu untersuchen. Oft ist auch die Lebendfärbung[1] von Planktonten wünschenswert. Es kann dies durch Zusatz einiger Tropfen Neutralrot, Methylenblau oder am besten Olizarin zur ganzen Planktonprobe geschehen. Das Wasser soll sich nur leicht färben und nach einigen Stunden haben sich verschiedene Formen ganz, andere nur in einzelnen Organen gefärbt.

Das Züchten von Plankton.

Das Züchten von Plankton wird in nicht allzu ferner Zukunft große Bedeutung bekommen, und zwar im Zusammenhang mit der Überfischung unserer Gewässer; pelagische Fischbrut wird dann künstlich gezogen werden müssen, um nachher ausgesetzt zu werden und die weiten Fischgründe des Meeres neu zu bevölkern.

Versuche in dieser Richtung sind schon mehrfach gemacht worden. Die bekanntesten sind jene von Allen und Nelson.[2] Durch Zusatz von gelösten Nitraten und Phosphaten zum gewöhnlichen Meerwasser erhielten sie verschiedene Nährlösungen, in denen Diatomeen vorzüglich gediehen und sich vermehrten und damit gelang es ihnen und andern verschiedene pelagische Larvenformen zu züchten. So konnte Chun Larven von Ctenophoren, Stiasny solche von Balanoglossus 3—4 Wochen lang halten und ihre Metamorphose untersuchen.

Zum Herstellen der Nährlösung für marines Plankton werden nach Miquels Verfahren 2 Mischungen bereitet, nämlich

Mischung A.

Magnesiumsulfat	10 g
Natriumchlorid	10 g
Natriumsulfat	5 g
Ammoniumnitrat	1 g
Kaliumnitrat	2 g
Natriumnitrat	2 g
Kaliumbromid	0,2 g
Kaliumjodid	0,1 g
Wasser	100 g

[1] Auch mit künstlichen Lichtquellen sind schon Versuche zum Planktonfange gemacht worden.

[1] Vgl. insbesondere: Fischel, A., Untersuchungen über vitale Färbung an Süßwassertieren, insbesondere bei Kladozeren. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 1. 1908.

[2] Allen and Nelson, On the artificial culture of Marine Plankton Organismes. Journal of the Marine Biological Association of the united Kingdom. New Series. Bd. VIII. Plymouth. 1910.

Mischung B.

Natriumphosphat	4 g
Kalziumchlorid (trocken!)	4 g
Salzsäure	2 cm³
Eisenchlorid	2 cm³
Wasser	80 g

Zum Zubereiten der Nährlösung sterilisiert man erst einen Liter Meerwasser 20 Minuten lang bei 70° C. Hierauf werden diesem Wasser von der Mischung A 40 Tropfen, von der Mischung B 10—20 Tropfen beigegeben.

Mit dieser Mischung gelang es Allen und Nelson pelagische Diatomeen jahrelang rein zu ziehen (z. B. Sceletonema costatum, Chaetoceras densum usw.).

Zu derartigen Zuchten können Petrischalen benutzt werden; sie sollen an einem ruhigen Ort so aufgestellt werden, daß sie jederzeit mit einer Lupe untersucht werden können; die Beleuchtung soll mittlere Stärke haben und unmittelbares Sonnenlicht ausschließen.

Allen und Nelson haben noch eine ganze Anzahl anderer Zuchtverfahren erprobt und gute Ergebnisse damit gehabt. Leider gestattet uns der Raum hier nicht, weiter darauf einzugehen.

Sollen nun pelagische Larvenformen gezüchtet werden, so ist das Nächstliegende, die Larve in eine Reinzucht jener Wesen einzusetzen, die ihr Futter bilden. Der einfachste Fall ist gegeben, wenn das Futter pflanzlicher Natur ist und sich ausschließlich auf eine rein züchtbare Algenform beschränkt. In diesem Falle ist die Frage der Sauerstoffbeschaffung für die zu züchtenden Larvenformen gelöst, und es wird dann nicht einmal nötig sein, das Wasser häufig zu ersetzen. Wenn immer möglich, muß die Zucht gegebener Larvenformen auf diesen einfachsten Fall zurückgeführt werden. Es würde zu weit führen, auf weitere Einzelheiten hier einzutreten. Es soll nur noch erwähnt werden, daß für alle Hilfsmittel und Werkzeuge, die zu derartigen Zuchten benutzt werden müssen, peinlichste Sauberkeit unumgänglich nötig ist und daß alles vor Gebrauch keimfrei gemacht (sterilisiert) werden muß. Nur die Zuchtlarven und ihr Futter sollen in den Zuchten vorhanden sein. Die Zuchtgläser sind mit lose schließenden Glasdeckeln vor Staub usw. zu schützen. Das Futter soll in richtiger Menge (d. h. nicht allzu viel und nicht zu wenig) vorhanden sein. Die Wärmelage soll möglichst gleichmäßig sein, die Beleuchtung am besten von Norden kommen.

In manchen Fällen ist es nötig, das Zuchtwasser in ständiger Bewegung zu halten.

Im allgemeinen gelten diese für das Züchten marinen Planktons aufgestellten Grundsätze auch für solches aus Süßwasser.

Weitere Schriften.

Cowles, R. P., Notes on the Rearing of the larvae of Polygordius. John Hopkins Univ. Circulars. XXII. No. 161. 1903.

Doncaster, L., On rearing the later stages of Echinoid Larvae. Cambridge Phil. Soc. Vol. XII. 1903. S. 148.

Miquel, P., De la culture artificielle des Diatomés. Le Diatomiste I, 1890—93. S. 73, 93, 121, 149, 165 La Micrographie Préparature. Vol. V. 1897. S. 69.

Richter, O., Reinkulturen von Diatomeen. Ber. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 21. 1903.

Das Fixieren und Konservieren von Plankton.

Es kann sich hier nicht darum handeln, die Fixierungs- und Konservierungsmittel, die etwa

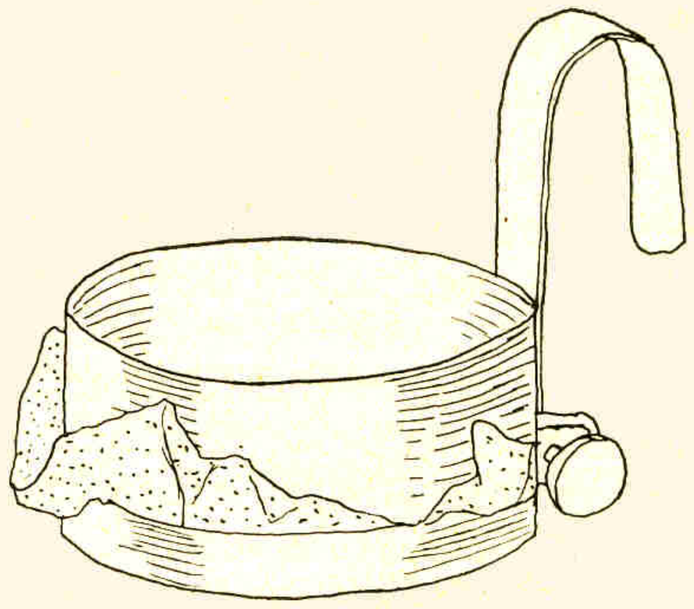


Abb. 106. Handfilter zum Einengen und Sondern von Plankton nach Größenklassen.
(Nach Apstein aus Neumayer, Anleitung zu wissenschaftl. Beobachtungen auf Reisen, Bd. 2. Verlag Dr. Max Jänicke, Leipzig.)

für einzelne Gruppen von Planktonformen alle in Betracht kommen, aufzuführen; es sollen nur die üblichen Mittel zum Fixieren und Konservieren von Plankton insgesamt erwähnt werden. Eingehender wird sich der Leser über diese Dinge in den einschlägigen Schriften unterrichten können.[1] Dort sind die Fixierungs- und Konservierungsmittel dargestellt, die bei Material zu anatomischen, histologischen usw. Untersuchungen anzuwenden sind.

Vor dem Konservieren ist der Fang möglichst stark einzuengen, d. h. auf kleinen Raum

[1] Lee, A. B. und Mayer, P., Grundzüge der mikroskopischen Technik. 4. Aufl. Berlin. 1910. Sehr zu empfehlen.

zu bringen; das kann auf verschiedene Weise geschehen.[1]

1. Durch die Netzeimer selbst, falls sie mit filternden Gazefenstern oder mit einem Gazeboden versehen sind.

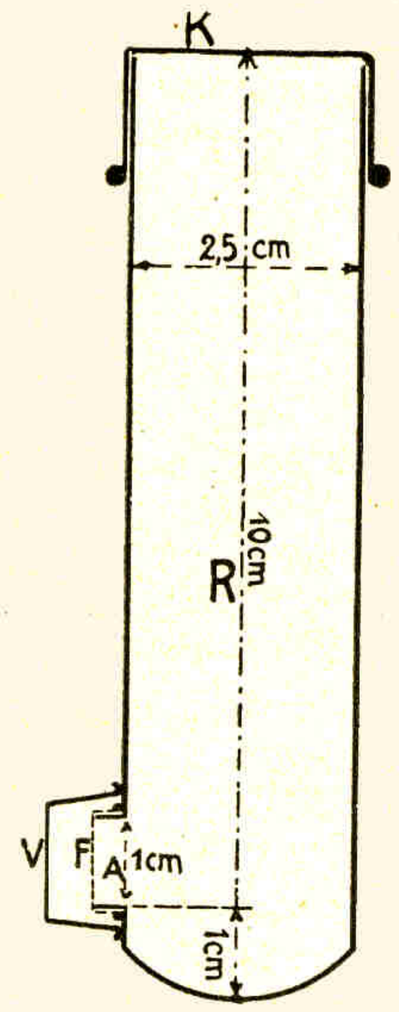


Abb. 107. Reisefilter.

2. Durch die Zentrifuge.

3. Durch die S. 104 abgebildete und beschriebene Vorrichtung von Volk.

4. Durch den Handfilter nach Apstein (Abb. 106). Indem der Gazeeinsatz ausgewechselt und Gaze von verschiedener Maschenweite genommen wird, läßt sich dieser Handfilter auch zum Sondern von verschiedenen Größenklassen von Planktonten benutzen.

5. Eine kleine Vorrichtung zum Einengen von Planktonproben und zum bequemen Fixieren, Auswaschen und Konservieren hat Werner Simon, der Enkel Bebels, im Mikrokosmos, Jahrg. 7, S. 212 beschriebene (Abb. 107). Die Vorrichtung eignet sich natürlich nur zur Behandlung kleiner Fänge, läßt sich aber auch noch für viele andere Zwecke verwenden.

Als Konservierungsmittel werden empfohlen:

1. 70%iger Alkohol. Der von Wasser befreite Fang wird unmittelbar in die Flasche mit Alkohol gespült, allfällig unter Zuhilfenahme der ebenfalls mit Alkohol gefüllten Spritzflasche.

Mit Meerwasser gibt Alkohol einen feinen weißen Niederschlag, der alles einhüllt. Um dies zu verhindern, mischt man 31 Raumteile Meerwasser mit 100 Raumteilen 90%igem Alkohol und entfernt den Niederschlag durch Filter, oder man befreit den Fang mit dem Apsteinschen Handfilter von Meerwasser. Alkohol bewahrt gut, macht aber die Gegenstände schrumpfen.

2. Formalin. Vom käuflichen Formaldehyd (Formol, Formalin 40%ig) wird durch 10fache Verdünnung eine 4—5%ige Lösung hergestellt, oder man setzt dem eingeengten, in Wasser liegenden Fange ein Zehntel seines Volumens von dem 40%igen Formalin bei. Nach den ersten 4 Wochen ist das Formalin zweckmäßig zu ersetzen. Aufbewahren der Proben im Dunkeln!

Das Konservieren ausgesonderter Planktonformen oder -gruppen zu histologischen Zwecken geschieht am besten mit folgenden Mitteln:

1. Flemmingsche Lösung: 15 Teile 1%iger Chromsäure, 4 Teile 2%iger Osmiumsäure und 1 Teil Eisessig. Nach 24stündiger Einwirkung Auswaschen in Süßwasser und langsames Überführen in steigenden Alkohol (bis 70% oder 90%). Apstein läßt das Flemmingsche Gemisch nur 1/4 Stunde einwirken.

2. Sublimat: entweder konzentriert oder als Sublimat-Eisessig (konzentriert. Sublimat und 5% Eisessig). Einwirkung ungefähr 1 Stunde, dann überführen in 70%igen Jodalkohol (Alkohol 70%ig + etwas Jodtinktur). Dieser Alkohol ist so lange durch neuen zu ersetzen, als er sich entfärbt; geschieht dies nicht mehr, so ist alles Sublimat entfernt, und die Behandlung kann weitergehen oder der Fang wird in die Aufbewahrungsflüssigkeit gebracht.

3. Kleinenbergs Pikrinschwefelsäure: 1 g Pikrinsäure + 2 g konz. Schwefelsäure + 100 ccm Wasser, das Gemisch gefiltert und dann mit 300 ccm Wasser verdünnt. Nach der Einwirkung wird mit Alkohol ausgewaschen, zuerst in niedrigem, z. B. 30%igem, dann 50%igem und schließlich in 70%igem aufbewahrt.

4. Pfeiffers Gemisch für pflanzliches Plankton: 1/3 Formol + 1/3 Methylalkohol + 1/3 Holzessig.

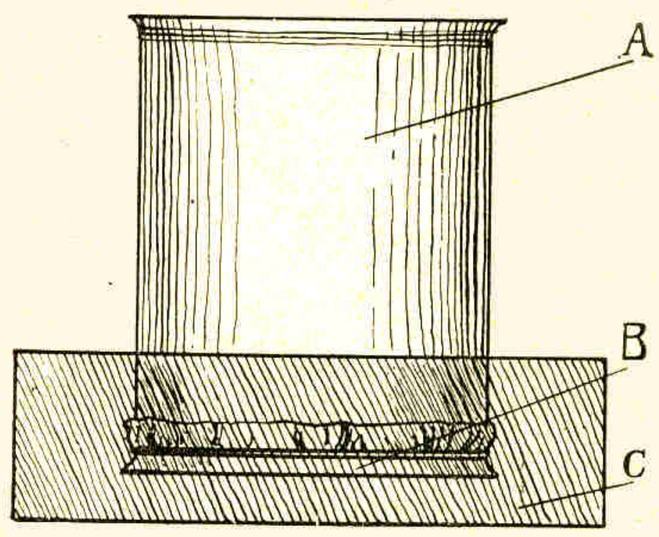


Abb. 108. Vorrichtung zum Konservieren von Planktonfängen.

Muß zur Konservierung von Plankton usw. eine andere Flüssigkeit benutzt werden als zum Fixieren, so empfiehlt sich folgendes Verfahren: Die zu fixierende Masse wird in ein Glasröhrchen A gebracht, dessen eine Öffnung mit Seidengaze B unten verschlossen ist. Diese Gaze muß dieselbe oder eine feinere Nummer aufweisen, wie jene mit der das

[1] Eine Zusammenstellung verschiedener Verfahren und die Beschreibung mehrerer neuer gibt Francotte, Ch., Apparail pour la préparation et le triage du plancton. Bull. de l'Institut Océanographique. Nr. 222. 1912. Auszug daraus S. 411 von Bd. 5, Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. 1912 und im Mikrokosmos, Jahrg. 9. 1915/16, S. 25, Lüttgens, Eine neue Filtrier- und Fixiervorrichtung für Plankton.

Plankton gefischt wurde. Ist die Masse eingegossen, was am besten in einem mit Wasser gefüllten Gefäß geschieht, so wird sie rasch, wie die Abb. 108 es zeigt, in die Fixierungsflüssigkeit C gebracht und dort je nach der Wirkung und Anwendungsweise der letztern mehr oder weniger lang stehen gelassen. Dann wird sie auf gleiche Weise in die Auswaschflüssigkeiten gebracht, wenn ein Auswaschen nötig ist oder direkt in die Konservierungsflüssigkeit.

Das Aufbewahren von Planktonfängen.

Es geschieht dies am besten in weithalsigen Flaschen. Sind die Verschlußstöpsel aus Kork, so ist es nach Apstein zweckmäßig, den Kork auf der Innenseite mit Staniol zu umwickeln, damit das Material nicht durch aus dem Kork ausgelaugte Gerbsäure für manche Zwecke (z. B. manche Färbungen) unbrauchbar wird.

Für kleinere Fänge können auch Tubengläser (Abb. 109) verschiedenster Größe verwendet werden, am besten solche mit flachem Boden, 1 mm dicken Wänden und 25—30 ccm Inhalt oder mindestens einem Fassungsraum, der dem des Netzeimers entspricht.

Einzelne, ausgelesene Organismen bringt man zweckmäßig in kleine Tubengläser, die mit einem Wattepfropf verschlossen werden. Mehrere dieser Gläschen werden dann zusammen in eine entsprechend größere weithalsige Flasche mit Glasstöpsel gebracht. Für größere marine Planktonten sind entsprechend größere Gläser (Einmachgläser usw.) zu wählen.

Die Auswertung des Fanges.

Diese wird je nach der Fragestellung verschieden sein; es kann sich ja um die Untersuchung von systematischen, tier- oder pflanzengeographischen, ökologischen, physiologischen Fragen usw. handeln. Je nachdem ist der Fang natürlich verschieden zu behandeln und auszuwerten.

Hier soll nur auf einige besondere Verfahren dieser Auswertung hingewiesen werden, wie sie sich eben in der Planktonforschung ausgebildet haben. Es sind dies Verfahren der sogen. quantitativen Forschung, Verfahren, die bei Untersuchungen über den Stoffhaushalt, die Ernährung, die Besiedelung und Bevölkerung von Gewässern usw. in Anwendung kommen.

Verfahren zum Bestimmen der Raummengen (Volumina) von Planktonfängen.

Quantitative Untersuchungen werden es oft wünschenswert machen, verschiedene Planktonfänge auch ihrem Volumen nach zu bestimmen, um sie diesbezüglich ebenfalls vergleichen zu können. Derartige Volumenbestimmungen sind gar nicht leicht. Manche Planktonformen sind sterrig (z. B. Diatomeen, namentlich die marinen Chaetoceras-Arten) und verhältnismäßig wenige Stücke können dann ein großes Volumen vortäuschen, während wieder andere Planktonten (z. B. Kopepoden) gut aufeinander liegen und eine richtige Volumenbestimmung leichter zulassen. Volumenuntersuchungen von ausgeprägtem Chaetoceras-Plankton können natürlich aus diesen Gründen nicht mit solchen von Kopepoden-Plankton verglichen werden, das kann höchstens

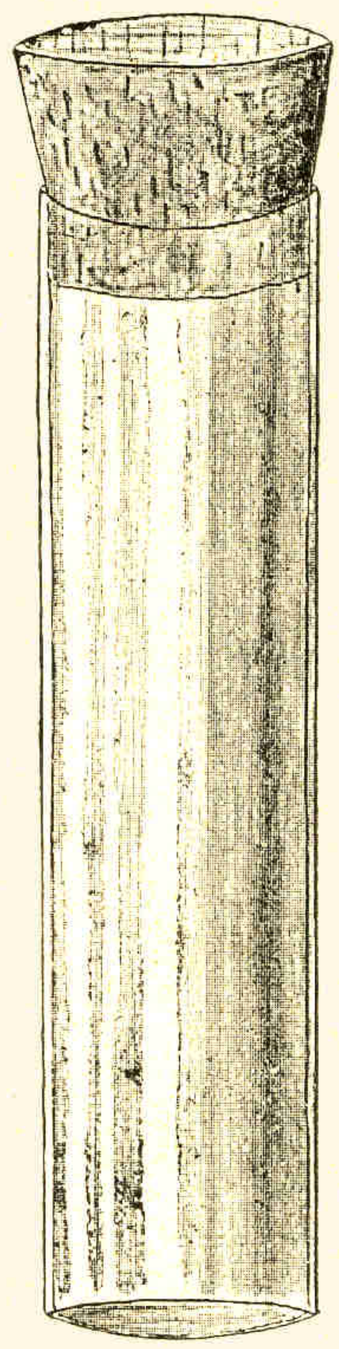


Abb. 109. Tubenglas.

mit ähnlich zusammengesetzten Fängen geschehen. Zu einem genauen Ergebnis werden also Volumenbestimmungen nie führen; denn zwischen den festen Körpern wird immer ein gewisses Wasservolumen mitgenommen werden; will man dieses durch Auspressen entfernen, so kommt Luft an dessen Stelle. Der Fehler wird je nach den Organismen, je nach ihrer Sterrigkeit größer oder kleiner sein. Dies hat man bei all diesen Bestimmungen zu berücksichtigen; wenn man trotzdem solche anstellt, so geschieht dies, um in bequemer Weise ein erstes Urteil fällen zu können, wie Hensen bereits 1893 bemerkt hat.

Zu dem Zweck kommt der Fang in einen Meßzylinder und wird nun 24 oder 48 Stunden

oder bis 8 Tage stehen gelassen, wobei zu beachten ist, daß sich alles glatt absetzt. Hierauf wird das Volumen abgelesen. Das Absetzenlassen hat natürlich an einem Orte zu geschehen, der von Erschütterung frei ist.

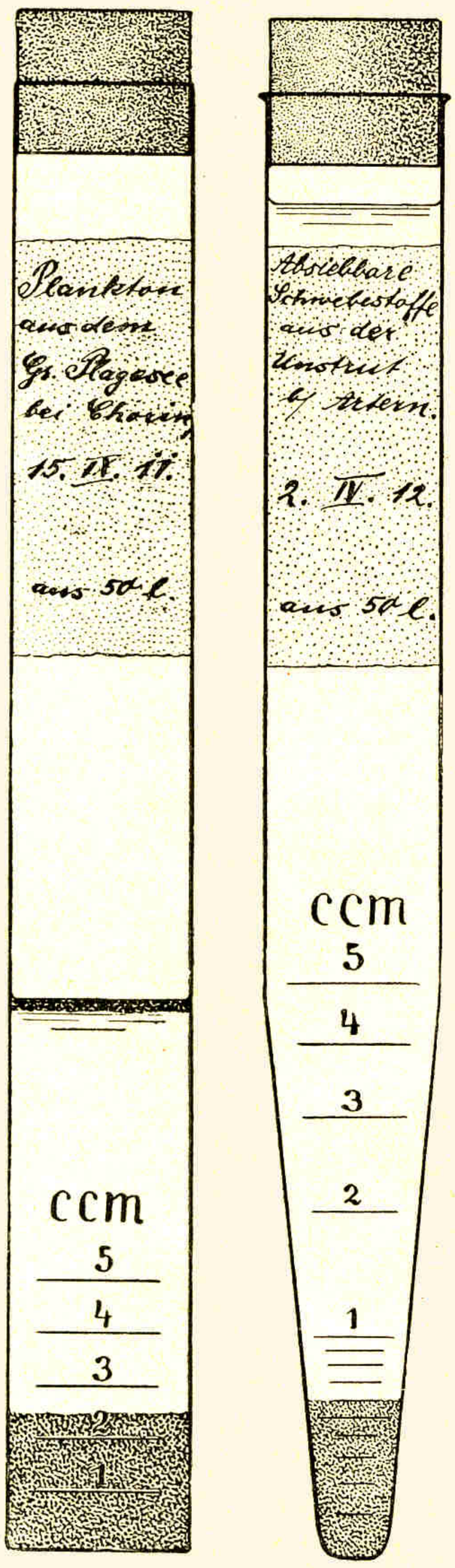


Abb. 110. Zwei verschiedene Planktonröhrchen mit aufgeätzter Teilung. Links: auf dem Wasser Botryococcus, am Boden vorwiegend Krustazeen, insgesamt 2,8 ccm, rechts nur 0,6 ccm.
(Aus Kolkwitz, Pflanzenpsychologie. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

Die Wahl der Meßzylinder zur Raummengenbestimmung von Planktonfängen hat sich nach der Größe des Fanges zu richten. Für sehr kleine Fänge wird man zweckmäßig kleine, spitz zulaufende Meßröhrchen mit aufgeätzter Meßteilung benutzen (vgl. Abb. 110). Auf diese Art erhalten wir das Rohvolumen (Schütt) oder das Fang- oder Setzvolumen, wie es von andern genannt wird. Es gibt uns dies nicht das wahre Volumen, das ja aus der Summe der Volumina sämtlicher Planktonten bestehen würde; beim Rohvolumen werden vielmehr auch die Räume zwischen den Planktonten mitgemessen, dazu noch eine Menge von Fremdkörpern, die mitgefangen werden und nicht zum eigentlichen Plankton, sondern zum Seston und Tripton gehören.

Eine weitere Art ist die Volumenmessung durch Verdrängung. Ein Rohr wird mit Gaze überbunden, der Fang hineingebracht, die Flüssigkeit abtropfen gelassen, hierauf durchgeblasen, um alle Restflüssigkeit zu entfernen und dann das Volumen durch Eintauchen in ein gemessenes Volumen Alkohol, also durch Verdrängung bestimmt. (Henfen.) (Dichtes Volumen.)

Ein anderes Verfahren hat Kolkwitz angewandt. Er hat die Planktonfänge in röhrenförmigen Gläsern mittels einer elektrisch angetriebenen Zentrifuge von 6000 Umdrehungen während 18 Minuten zentrifugiert. Dadurch verdichtete sich das Volumen auf $^3/_4$—$^2/_3$ des ursprünglichen Umfanges.

Das genaueste Volumen würde das der Trockenmasse des Plankton ergeben; das Verfahren bedingt aber die Zerstörung des Fanges und läßt sich deshalb nur anwenden, wenn genügend Material vorhanden. Dies dürfte bei Süßwasserforschungen öfters der Fall sein, seltener aber auf dem Meere, wo ja die Fänge auch aus verhältnismäßig geringen Tiefen viel Zeit beanspruchen und selten doppelt ausgeführt werden können. Das Volumen der Trockenmasse wird seit Schütt gewöhnlich absolutes Volumen genannt.

Das wirkliche oder wahre Volumen mancher Planktonformen läßt sich in manchen Fällen wenigstens auf Grenzwerte hin berechnen. Planktonten von Kugel-, Kegel- oder Zylinderform usw. lassen sich mit Hilfe genauer Messungen auf ihr Volumen bestimmen. Auf diese Art wurde z. B. das Volumen der Coccolithophoride Pontosphaera Huxleyi auf 100 cbμ bestimmt, für die kleine Peridinee Amphidinium rotundatum auf 300 cbμ, für die kleine Monadine Calycomonas gracilis auf 10 cbμ usw.

Um auch das Volumen verwickelter gestalteter Planktonten bestimmen zu können, hat Lohmann vergrößerter Vorlagen solcher aus Plastilin hergestellt, ihr Volumen dann durch

Verdrängung in Wasser bestimmt und daraus durch Rechnung (Teilung durch den Kubus der Linearvergrößerung) das Volumen der wirklichen Geschöpfe errechnet.

Die Gewichtsbestimmung von Planktonfängen.[1]

Die Hauptschwierigkeit besteht darin, daß es fast unmöglich ist, das Gewicht der feuchten Substanz zu bestimmen. Die Planktonmasse ist voll kleinster kapillarer Räume, die Wasser behalten. Läßt man dies aber verdunsten, so trocknet auch die Substanz selbst ein.

Die Bestimmung der Trockensubstanz hinwieder wird erschwert, ja verunmöglicht dadurch, daß das in den Kapillarräumen des Planktons vorhandene Salzwasser beim Verdunsten dort sein Salz zurückläßt. Will man es durch destilliertes Wasser auswaschen, so gehen aber auch viele andere Substanzen weg.

Nach Apstein wird zur Bestimmung des Gewichtes der Trockenmasse die Planktonprobe solange mit destilliertem Wasser gewaschen, bis das Salz aus den Zwischenräumen entfernt ist. Hierauf wird die Masse in eine vorher genau gewogene Glaskapsel gegeben, auf dem Wasserbade dann auf 100° C erhitzt, dann das Ganze in einen Exsikkator gegeben und das Gewicht, sobald es konstant geworden ist, aufgeschrieben.

Die chemische Auswertung von Planktonfängen.

Auch da hat Hensen die ersten Untersuchungen gemacht. Auf Verfahren eingehender chemischer Analyse kann hier natürlich nicht eingegangen werden. Sollen organische Masse und Asche ganz roh bestimmt werden, so wird eine gegebene Planktonmasse bei 100° C getrocknet. Hierauf genau gewogen, dann verbrannt und der Aschenrückstand wieder gewogen. Das Gewicht des letzteren vom Trockengewicht bei 100° C abgezogen, ergibt das Gewicht der organischen Masse.[2]

[1] Vgl. dazu auch: Zacharias, O., über die wechselnde Quantität des Planktons im großen Plöner See. Forschungber. a. d. Biol. Station zu Plön. Bd. 3. 1895 und Ward, A new Method for the quantitativ Determination of Plankton Hauls. Proceed. American. Microscop. Soc. Bd. 17. 1896.

[2] Vgl. in diesem Zusammenhange: Brandt, K., Beiträge zur Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Planktons. Wissenschaftl. Meeresuntersuchung. Abt. Kiel. N. F. Bd. 3. 1898.

Schuette, A. H., A Biochemical study of the Plankton of Lake Mendota. Wisconsin Acad. of Sciences, Arts and Letters. Reports Bd. 19. 1918.

Die Auswertung der Planktonfänge durch Zählen.

Wir haben weiter oben bereits von der Bedeutung der zählerischen Verfahren in der Hydrobiologie, in der Biologie überhaupt gesprochen. Hier sollen nun diese Verfahren in ihrer Anwendung auf die Planktologie dargestellt werden. Auf ihre Begründung können wir nicht eintreten. Den Leser, der hierüber gerne Aufschluß wünscht, verweisen wir auf die Arbeiten von Hensen.

Ein einziger Planktonfang enthält oft viele Millionen von Lebewesen. Es ist leicht einzu-

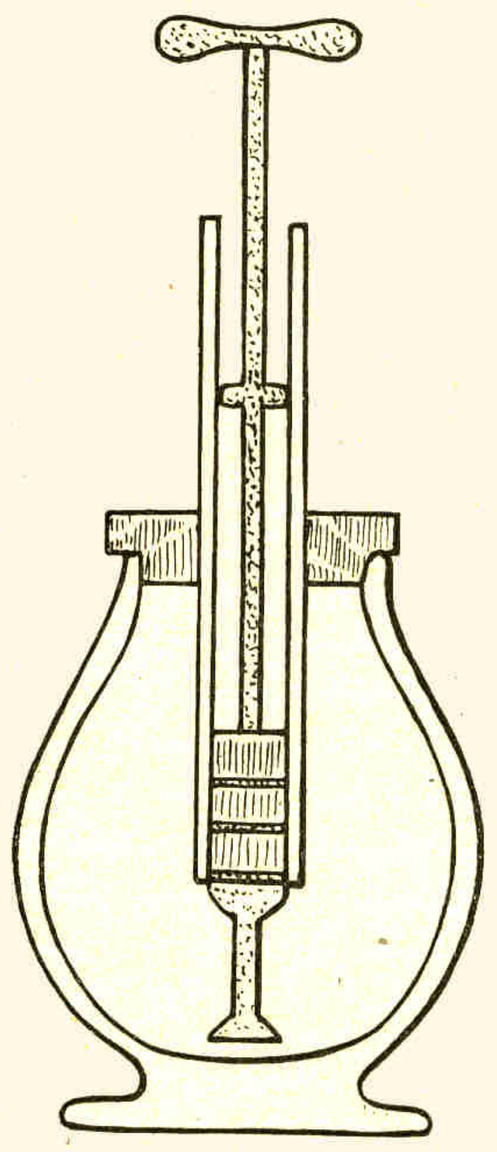


Abb. 111. Schüttelgefäß mit Stempelpipete.

sehen, daß das Zählen nicht darin bestehen kann, diese nun alle insgesamt durchzuzählen; dies wäre eine undurchführbar schwierige Arbeit; sie wäre auch unnötig und unnütz dazu.

Wie verfährt man also? Von dem zu zählenden, bezw. zu analysierenden Planktonfange wird ein genau gemischtes, gleichmäßiges Gemenge hergestellt und diesem dann ein Bruchteil entnommen und gezählt, bezw. analysiert und dann auf das Ganze verrechnet.

Es handelt sich also erst darum, ein möglichst gleichartiges Gemenge herzustellen. Dies wird im einfachsten Falle dadurch erreicht, daß das Plankton mit Wasser gut durchschüttelt wird. Damit sich die Planktonten, namentlich die schwereren nicht etwa absetzen oder mehr auf

dem Boden der Schüttelgefäße ansammeln und dadurch die Gleichartigkeit der Mischung stören, hat die Entnahme des zu zählenden Bruchteils noch während des Schüttelns zu erfolgen. Das kann auf zwei Arten geschehen:

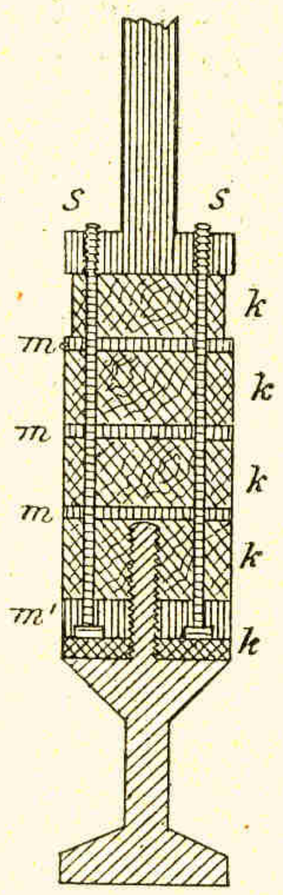


Abb. 112. Der Stempel der Stempelpipette.
(Aus Hensen, Ergebnisse der Planktonexpedition. Bd. I.)

1. Durch Ausgießen eines Bruchteils der Mischung; das Volumen dieses Bruchteils wird verrechnet und durchgezählt.

2. Durch Entnahme eines Bruchteils mitten aus der Mischung während des Schüttelns.

Beide Verfahren stammen von Hensen; das letztere ist das einfachere und leichter auszuführen. Es sei hier kurz dargestellt.

Der Planktonfang wird in einen Meßzylinder gebracht und das Gemenge gemessen. Hierauf wird er in das Schüttelgefäß (Abb. 111) gebracht. Damit im Meßzylinder nichts hängen bleibt, läßt man den Fang sich dort erst etwas absetzen; hierauf saugt man von der klaren überstehenden Flüssigkeit etwa 20 ccm ab, gießt den Fang in das Schüttelgefäß und spült nun den Meßzylinder mit jener Flüssigkeit in der Pipette nach, damit ja alles in das Schüttelgefäß kommt. Die am Meßzylinder anhaftende und folglich verloren gehende Flüssigkeit wird der Genauigkeit halber durch Eingießen von 2—3 Tropfen Wasser in das Schüttelgefäß ausgeglichen.

Das Schüttelgefäß ist mit einem durchbohrten Pfropf verschlossen; in seiner Durchbohrung steckt eine sog. Stempelpipette, ein Glasrohr mit eingesetztem Stöpsel, dessen Form aus der Abb. 112 ersichtlich ist. Der Pfropf des Stempels besteht nach Hensen aus 4 Korkscheiben (k), zwischen denen 3 Messingscheiben m liegen; die Korkscheiben werden durch Anziehen der Schrauben S so breitgedrückt, daß sie im Glasrohr genau schließen. Der eigentliche Stempel besteht aus gedrehtem Nickel und wird in die Endplatte m' eingeschoben; er drückt die Korkplatte k ebenfalls bis zum genauen Anschließen an den Glaszylinder flach. Der Stempel ist in seiner Mitte ausgedreht; der ausgedrehte Raum kann 0,1, 0,2, 0,5, 1, und 2,5 ccm betragen und wird mit Quecksilber erst genau geeicht. Es werden dementsprechend mehrere Stempel (ein Satz) vorrätig gehalten, um nach Bedarf benutzt werden zu können. Das Vorgehen der Bruchteil-Entnahme beschreibt Hensen wie folgt:

„Das Gefäß wird mindestens eine Minute lang stark geschüttelt und dann sofort das Glasrohr, das bis dahin zurückgezogen stand, wie die Abb. 111 zeigt, über den Korkzylinder und den Stempel hinüber bis auf den Boden des Schüttelgefäßes hinunter geschoben. Damit ist dann die Mischung in der verlangten Menge zwischen Glas und Höhlung des Stempels eingeschlossen. Man zieht die Pipette aus dem Gefäß heraus, trocknet sie ab (die hierbei verloren gehende Wassermenge ist sehr unbedeutend) und fettet den Rand des Glases ein; dies darf nicht unterlassen werden, weil sonst Verluste unvermeidlich sind. Man entleert dann die Pipette auf die Glasplatte des Zählmikroskops, indem man den Stempel etwas vorschiebt, füllt den entleerten Raum mittelst einer Spritzflasche mit reinem Wasser, spült und entleert wieder, so daß sicher alle körperlichen Teile herauskommen. Den letzten Tropfen klopft man heraus, indem man über der Glasplatte die Pipette auf einen weichen Körper, etwa auf den Finger der andern Hand abklopft."

Die Größe oder die Masse der mit der Meßpipette zu schöpfenden Probe richtet sich im wesentlichen nach der Größe der zu zählenden Organismen; sind diese verhältnismäßig groß, so kann man Proben von 0,5 ccm und mehr auf einmal schöpfen, sind sie klein, so wird man weniger nehmen, z. B. 0,2 ccm.

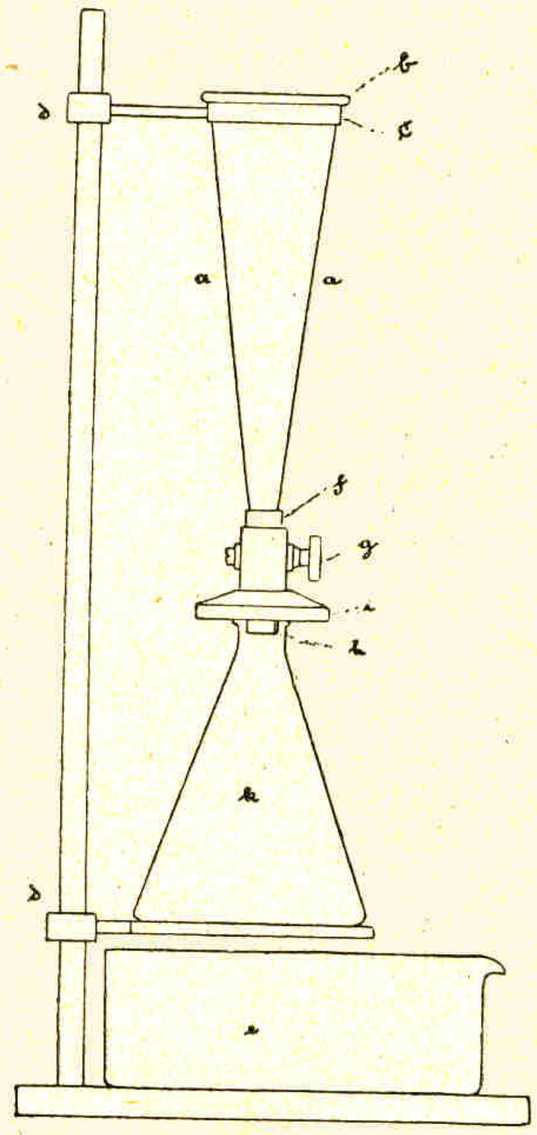


Abb. 113. Vorrichtung zum Einengen von Planktonfängen zwecks nachherigem Auszählen.
(Nach Volk.)

Es läßt sich da natürlich keine feste Regel aufstellen. Jeder einzelne Fall ist für sich zu behandeln.

In der Folge war man natürlich bestrebt, diese Verfahren, die gewiß recht umständlich und zeit-

raubend sind, zu vereinfachen. Amberg[1] hat sich in dieser Richtung betätigt. Doch ist sein Verfahren nicht einwandfrei; man vergleiche diesbezüglich das Urteil von Volk.[2] Dieser hat seinerseits auch wieder ein eigenes Verfahren ausgearbeitet, das neben dem Hensenschen wohl am meisten zur Anwendung kommt. Es soll deshalb kurz dargelegt werden.

Volk beginnt mit der „Einengung" des Fanges, d. h. mit der Entfernung des überflüssigen Wassers. Dazu benutzt er die auf Abb. 113 dargestellte Vorrichtung. Der Gazefilter (a) ist 15 cm lang und an der Öffnung 5 cm weit und besteht aus Seidengaze (Maschenweite je nach dem besonderen Zwecke); der Ring (b) dient zur Befestigung des Netzzeuges und besteht aus Kupferdraht; der Tragring (c) des Gestells ist etwas enger. Der Klemmring (f) verbindet das Ende des Netzchens dicht und faltenfrei mit der Röhre des Hahnes (g). über das Ablaufrohr (h) ist eine abschüssige Metallscheibe (i) angeschraubt. Um eine Naht zu vermeiden, ist das Netzzeug zusammengeklebt (mit Kollodium, das durch Zusatz von 1% Rizinusöl geschmeidig gemacht ist). Der wasserbeständige Klebestoff wird mit einem feinen Pinsel in mehreren Schichten und namentlich auf der Innenseite etwas über die Ränder aufgetragen, damit eine rinnenlose, glatte Fläche entsteht, auf der keine Organismen hängen bleiben. Unter das Erlenmeyersche Kölbchen (k) ist eine Glasschale (e) gestellt. Das Kölbchen wird gut ausgetrocknet, gewogen und das Leergewicht aufgezeichnet. Jetzt wird das Netzzeug mit destilliertem Wasser angefeuchtet, damit es gut filtert und dann der einzuengende Planktonfang unter Nachspülen des Aufbewahrungsglases allmählich eingegossen. Nachdem jedes Restchen gut nachgespült ist, wird das Filter von außen mit der Spritzflasche gut ausgewaschen; alles am Netzzeug noch hängende Plankton gleitet dann nach unten in den untersten Teil des Filters; das Spülwasser aber fällt über die metallene Scheibe in das Gefäß (e). Ist im untern Teil des Filters die Planktonmasse nur mit wenig Wasser zurückgeblieben, so wird der Hahn geöffnet, und die Masse fällt ins Kölbchen; dann ist der Hahn wieder zu schließen, frisch abzuspülen, nachher wieder abzulassen und das Vorgehen zu wiederholen, bis der letzte Organismenrest aus dem Filter in das Fläschchen geschwemmt ist.

Ist dies geschehen, so wird das Gläschen gut abgetrocknet, auf die Wage gestellt und nun der Präparierschleim beigegeben.

Wir haben oben schon gesehen, daß es sich beim Zählen von Planktonfängen nicht darum handeln kann, einen ganzen Fang Stück für Stück zu zählen. Das wäre schier endlos. Die Hensensche Stempelpipette beruht ja auf dem Gedanken, den ganzen Fang in einer bestimmten Wassermenge ganz gleichartig zu verteilen, einen kleinen Teil dieser Wassermenge rasch auszunehmen und die darin vorhandenen Planktonten auszuzählen und dann auf das Ganze zurückzuschließen.

Volk geht von demselben Gedanken aus; aber statt Wasser nimmt er eine andere Verteilungs- bezw. Durchmischungsmasse, nämlich Schleim. In diesem können die Planktonten ebenfalls gleichmäßig verteilt werden und, was nun das Vorteilhafteste ist, die Verteilung bleibt auch nach dem Schütteln auf lange Zeit eine gleichmäßige; die Planktonten sinken nicht gleich unter und das Gemisch entmischt sich nicht.

Als Präparierschleim benutzt Volk ein Gemisch von folgender Zusammensetzung: Zehn Gramm feinstes Saleppulver werden in einer geräumigen Ausgußschale erst mit 50 g feingepulvertem Zucker und dann mit 30 g Weingeist innig gemischt und dann unter ständigem Umrühren 1 kg Wasser zugefügt. Ist das Gemisch gleichmäßig dick, läßt man es erkalten und seiht mit staubfreier Leinwand. Weiter werden 40 g Quittensamen mit 1 kg kaltem Wasser und 80 g Formalin in einer damit zur Hälfte gefüllten Flasche so lange kräftig geschüttelt, bis die Quittensamen im entstandenen Schleim nicht mehr zu Boden sinken. Dann läßt man ihn einige Stunden ruhig stehen, schüttelt dann nochmals kräftig und seiht den Schleim ebenfalls durch reine Leinwand. Hierauf wird dieser Schleim mit der Salepmischung vereinigt und gut durchgeschüttelt und man hat den fertigen Präparierschleim. Vor dem Gebrauch ist er stets gut zu schütteln.

Von diesem Schleim wird nun dem Inhalt des oben erwähnten Kölbchens auf der Wage bis zu einem bestimmten Gewicht, das je nach der Größe des Fanges zu wählen ist, zugesetzt. Die Zugabe hat aber nicht auf einmal, sondern nach und nach zu geschehen, indem zwischenhinein sorgfältig geschüttelt wird. Um zu einem genauen Gewicht zu kommen, erfolgen die letzten Schleimzugaben mit der Pipette tropfenweise. Die Wage hat möglichst genau zu sein.

Dieser gleichmäßigen und dauerhaften Mischung werden nun die zu zählenden Stichproben entnommen. Eine bestimmte Menge von größeren, mindestens 5 g, von kleineren je nach der Häufigkeit der Form 0,1—1,0 g, wird auf eine Zählplatte gebracht und gewogen. Volk geht dabei wie folgt vor: Zählplatte und Deckglas werden erst leer genau gewogen, dann mit einer Pravazspritze (ohne Nadelkanüle) die Stichprobe dem gut gemischten Planktongemenge entnommen und auf die Platte gebracht, das Deckglas aufgelegt und nun das Gewicht der Probe bestimmt.

Große Deckgläser versieht Volk mit Füßchen von weichem Klebwachs (durch Zusammenschmelzen von Wachs mit etwas rohem Kanadabalsam oder Terpentin erhalten). Durch vorsichtiges und entsprechendes Niederdrücken des Deckglases (große sind 1 mm dick!) mit Wachsfüßchen wird die zu zählende Masse gleichmäßig über die Platte verteilt; allfällig kann die Mitte des Deckglases durch ein oder mehrere 0,1—0,2 mm dicke Glassplitterchen gestützt werden. Um bei längerem Arbeiten an derselben Probe ein Verdunsten des Wassers und damit verbunden ein Verschieben der Organismen zu vermeiden, wird der Deckglasrand von Volk mit einer Pipette mit Rizinusöl umgeben; dieses läßt sich durch Alkohol leicht wieder entfernen.

Quirmbach[1] hat die Methode Volks etwas abgeändert. Als Präparierschleim gebraucht er 100 ccm reinen Quittenschleim auf 1 Liter Formalin. Den Fang führte er folgendermaßen in den

[1] Amberg, Beiträge zur Biologie des Katzensees. Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich. 1900.
— Die von Schröter-Amberg modifizierte Sedgwick-Rasterschе Methode der Planktonzählung. Biolog. Zentrablatt. Bd. 20. 1900.

[2] Die bei der Hamburgischen Elbe-Untersuchung angewandten Methoden zur quantitativen Ermittelung des Planktons. Mitteil. a. d. Naturhist. Museum in Hamburg. 18. Jahrg. 2. Beiheft z. Jahrbuch d. Hamburgischen wiss. Anstalten 1901.

[1] Siehe Anmerkung Seite 94.

Präparierschleim über; er ließ erstern zunächst in einer kleinen Flasche absetzen, sog dann das darüberstehende Wasser mit einer Pipette soweit als möglich ab. Hierauf wurde der Rest in einen Meßzylinder gebracht, wobei die Flasche allerdings mit einer Spritzflasche nachzuspülen ist, damit nichts oder möglichst wenig verloren geht. Im Meßzylinder ließ er nun wieder absetzen und entfernte das überstehende Wasser von neuem durch Absaugen. Nun erst fügte er den Präparierschleim unter sanftem Schütteln hinzu und brachte den Fang je nach der Menge und Größe der Organismen auf ein bestimmtes Volumen; dabei wurde die Verdünnung gleich so hergestellt, wie sie zum Auszählen nötig ist.

Zum Ausführen der Zählungen sind seit Hensen besondere Mikroskope[1] im Gebrauch (Abb. 114).

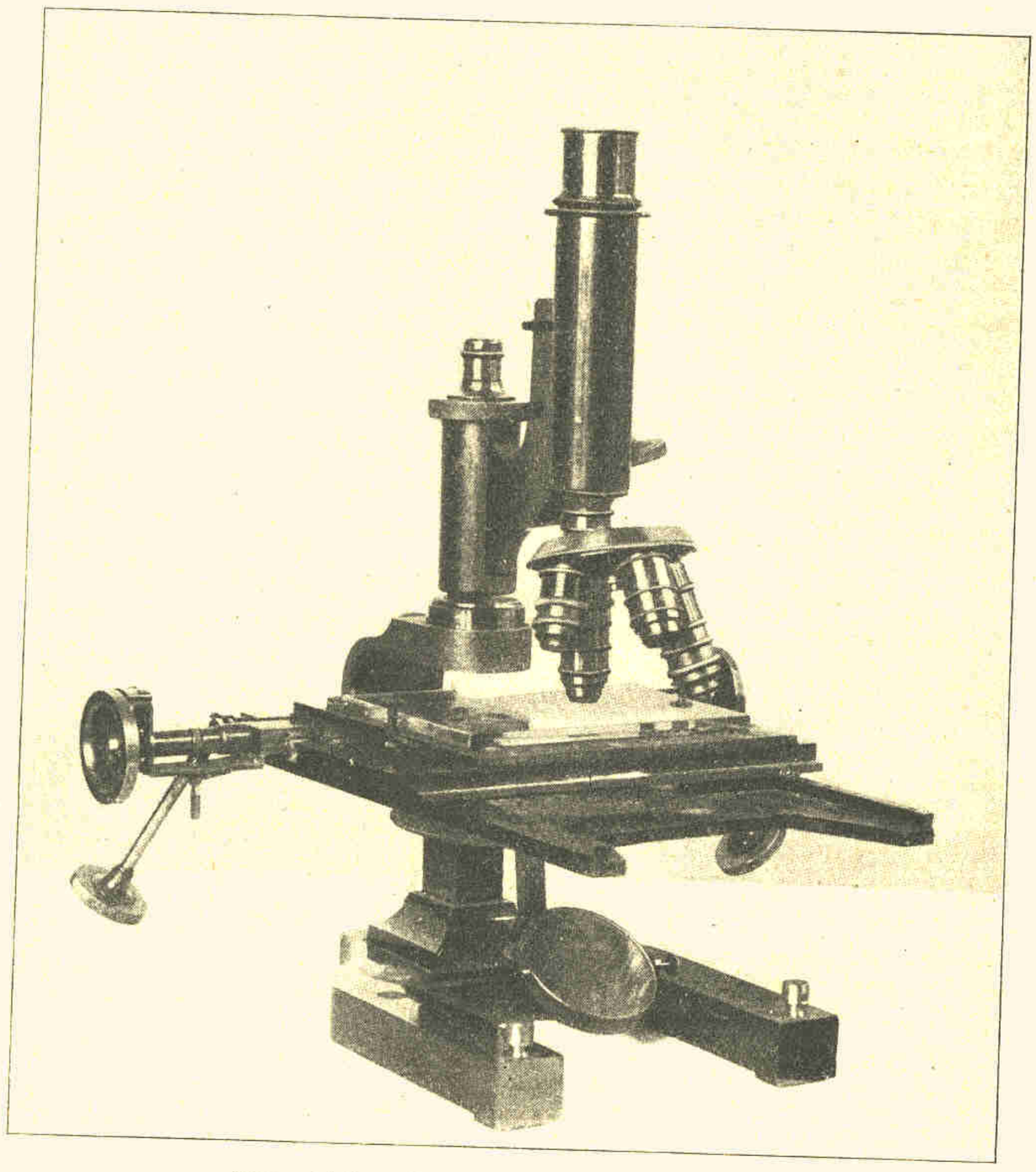


Abb. 114. Hensensches Zählmikroskop.

Auf ihre Beschreibung können wir hier nicht eintreten. Sie ermöglichen ein ganz wagrechtes Einstellen der Zählplatte und deren Bewegung vor-, rück- und seitwärts.

Natürlich kann das Zählen auch mit einem gewöhnlichen Mikroskop ausgeführt werden; aber das Verschieben der Zählplatten von Hand ist umständlich und nicht leicht. Man hat deshalb auch „bewegliche Zähltische" hergestellt (Abb. 115), die sich auf jeden Objekttisch eines jeden Mikroskopes aufsetzen lassen und natürlich das Zählen gewaltig erleichtern.

Als Zählplatten benutzte Hensen rechtwinklige, genau flache, linierte Glasplatten. Die Linien verlaufen von vorn nach hinten, also nicht von rechts nach links seitwärts. Hensen hat die Linierung mit Hilfe einer besonderen, am Zählmikroskop angebrachten Einrichtung mit einem Diamanten selbst ausgeführt (vgl. Ergebnisse der Plankton-Expedition Bd. 1 B. 1895. S. 147). Die Platten können aber auch bei Zwickert in Kiel fertig bezogen werden, der ebenfalls das abgebildete Zählmikroskop herstellt.

Nach Hensen braucht man zweckmäßig drei verschiedene Platten mit verschiedener Dichte der Linierung, nämlich eine erste, sehr dicht linierte (Abstände der Linien 0,2 mm) für 200fache Vergrößerung, eine zweite für 75—100fache Vergrößerung mit 1,25 mm Linienabstand und eine dritte für 25- bis 50fache Vergrößerung mit 2,5 mm Linienabstand.

Das Urteil über die Zwickertschen Zählplatten ist geteilt. Manche ziehen es vor, dieselben selbst herzustellen.

Nach Burckhardt verfährt man auf folgende Weise: Ein Objektträger wird mit einer sehr dünnen Schicht Bienenwachs überzogen. In das Wachs wird die Quadrierung mit einer feinen Nadel eingeritzt. Dann setzt man die Platte einige Sekunden der Wirkung von Flußsäure aus. Darauf wird das Wachs weggeschabt und die Zählplatte ist fertig.

Quirmbach nimmt Glasplatten von 9 zu 6 cm Größe und ätzt die Einteilung ebenfalls mit Hilfe eines Paraffinüberzuges und einer spitzen Nadel ein. Er benutzte Quadrate von 1—2 mm Seitenlänge. Eine der beiden äußersten Wagrechtreihen der Quadrate wird beziffert und eine der beiden äußersten Senkrechtreihen mit Buchstaben versehen.

Die zum Zählen anzuwendende Vergrößerung richtet man am besten so, daß ein Quadrat ganz überblickt werden kann; man wird also z. B. Leitz Okular O und Objektiv 2 auswählen usw.

Der Gebrauch besonderer gefelderter Zählplatten kann aber auch umgangen werden; Rafter setzte in das Okular des Mikroskops eine quadratisch ausgeschnittene Blechscheibe ein; dadurch entsteht ein quadratisches Sehfeld, dessen Fläche bei einer bestimmten Vergrößerung einem mm² des wahren Gesichtsfeldes entspricht.[1] Indem nun ein Punkt an einem Rande des Sehfeldes festgehalten, hierauf der Objektträger verschoben wird, bis der festgehaltene Punkt genau am gegenüberliegenden Rande angelangt ist, läßt sich eine größere Fläche ebenso gut durchmustern, wie wenn sie gefeldert wäre.

[1] Eine besondere Form hat auch Volk benutzt, vgl. seine S. 105 erwähnte Arbeit, dann hat auch Gandolfi-Hornyold einen Zähltisch beschrieben, der sich viereckigen Mikroskoptischen, also auch dem Tische eines binokularen Mikroskops aufsetzen läßt. Vgl. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 6, S. 50. 1913.

[1] Rafter, G. W., The Microscopical Examination of potable water. Van Nostrand's Science Series. New York. 1892.

Peck, J. J., The Sources of marine food. Bull. U. S. Fish. Comm. Bd. 15, S. 351—368. 1896.

Kofoid, C. A., Siehe S. 27. 1897.

Amberg, Siehe Seite 105.

Volk hat eine ähnliche Einrichtung auf folgende Art hergestellt. Er spannt über die kreisförmige Blendscheibe des Okulars genau miteinander gleichlaufend (Abb. 116) zwei feine Haare. Dadurch wird es möglich, auch einen auf der Grenzlinie liegenden

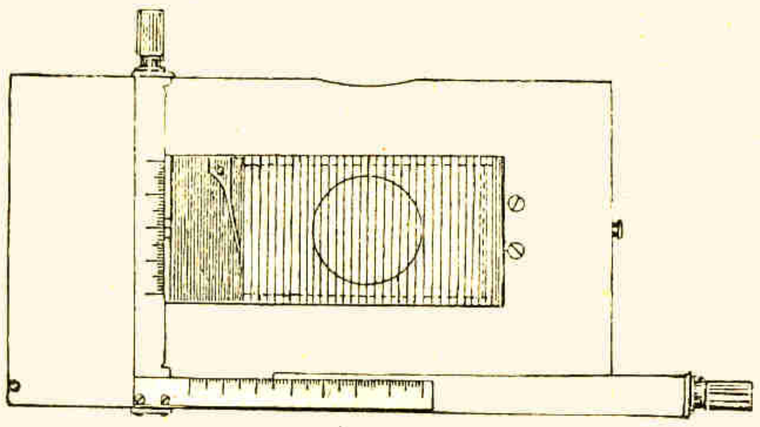


Abb. 115. Beweglicher Zähltisch von Zwickert. (Nach Lohmann.)

Körper genau zu erkennen; er wird dann nicht zum Teil verdeckt, wie dies öfters mit der Rafterschen Scheibe der Fall ist.

Volk erwähnt ebenfalls die Verwendung einer ins Okular einlegbaren runden Glasscheibe mit eingeritztem Quadrat; es liegen also eine ganze Anzahl Hilfsmittel vor.

Natürlich ist alles zu zählen, was zwischen beiden Haaren liegt, das geschieht, indem die Platte allmählich vom untern nach dem obern Rande verschoben wird. Auf der Grenze liegende Organismen werden nur auf einer Seite, die von vornherein zu bestimmen ist, gezählt, sonst würden sie ja doppelt in der Rechnung mitgeführt.

Für das Zählen selbst gelten folgende schon von Hensen aufgestellte Grundsätze:

1. Von den am zahlreichsten vorkommenden Formen wird nur ein kleiner Bruchteil des Fanges gezählt.

2. Von den weniger reich vorkommenden Formen wird ein entsprechend größerer Bruchteil des Fanges gezählt.

3. Von den seltenen größeren Formen zählt man den ganzen Fang durch.

4. Regel soll sein, daß die gezählte Summe der Stücke einer Art mindestens gleich sei der Quadratwurzel der im Fange vorhandenen Zahl. Beispiel:

Von einem Fang von 30 ccm habe ich in einem Kubikzentimeter bereits 10 Stück der Daphnia hyalina gezählt, das würde für den ganzen Fang 300 Stücke machen. Nun ist die Quadratwurzel aus 300 rund 17; die Anzahl der gezählten Stücke sollte also

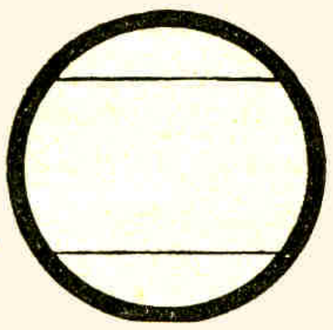


Abb. 116. Erklärung nebenstehend. (Nach Volk.)

mindestens 17 betragen; wir müssen daher noch einen weiteren Kubikzentimeter durchzählen.

5. Von dieser Regel darf höchstens für ganz kleine Arten, die bei starker Vergrößerung gezählt werden müssen, abgewichen werden.

6. Die Vergrößerung ist so zu wählen, daß das Gesichtsfeld nicht mit den zu zählenden Formen überfüllt ist; im allgemeinen sollen sich nicht unter 5, aber auch nicht über 25 Stück der zu zählenden Form gleichzeitig dort finden.

7.. Die Vergrößerung ist so zu wählen, daß die zu zählenden Formen scharf erkannt werden können.

8. Man soll möglichst nicht weniger als 1000 und nicht mehr als 3000 Stück auf der Platte haben. Die Verdünnung bei der Mischung ist dementsprechend zu wählen.

9. Die Zählungen werden, wenn möglich, an den ungedeckten Präparaten ausgeführt; dadurch können einzelne Planktonten nach Wunsch umgewendet, fortgeschoben oder zwecks späterer Untersuchung herausgenommen werden. Unter Umständen kann der Flüssigkeit bei lang dauerndem Zählen etwas Glyzerin beigegeben werden, um das Verdunsten einzuschränken.

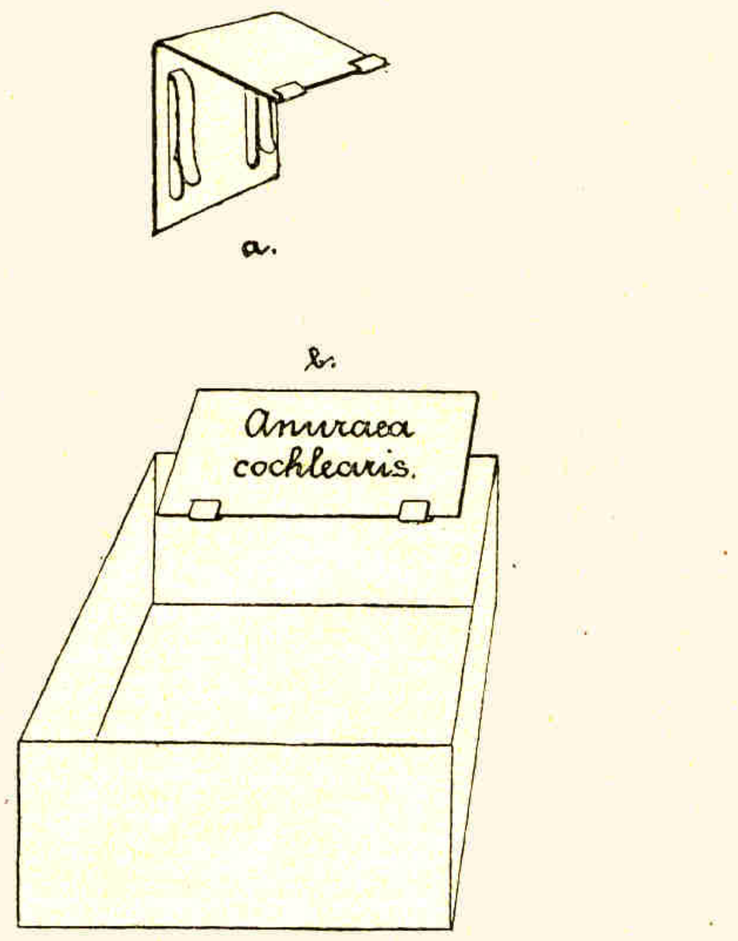


Abb. 117. Die beim Zählen verwendeten Pappschachteln mit Anschrift und Anschriftträger. (Nach Volk.)

10. Vor Beginn des Zählens hat man sich genau bewußt zu werden, wie die durch die Grenzlinie des Zählfeldes halbierten Organismen gezählt werden sollen, d. h. ob man sie links oder rechts zählt. Nur das eine darf ja geschehen.

Das qualitative Studium geht immer dem quantitativen voraus. Von da her wird man die einzelnen Glieder eines quantitativ zu untersuchenden Materials bereits kennen.

Beim Zählen so verschiedener Arten ist es unmöglich, die Zahlen im Gedächtnis zu behalten. Das würde leicht zur Quelle mancher Fehler. Hensen empfiehlt auf Grund seiner Erfahrungen folgendes Verfahren: Mehrere, bis 20 Kasten von 7 cm Seite und 5 cm Höhe werden mit dem Namen je einer zu zählenden Art versehen. Beim Zählen wird nun jeweils eine Bohne, eine Linse oder etwas Derartiges in den entsprechenden Kasten geworfen, was meist ohne aufsehen zu müssen, geschehen kann. Wenn bei einer Art die Jugendstadien, Sporenbildung, Geschlechtsreife u. a. besonders gezählt werden sollen, so kann für diese jeweilen eine besondere Zähl-

marke, z. B. eine Erbse usw. eingeworfen werden. Man kann aber auch unmittelbar eine Liste der vorhandenen Organismen aufstellen und dann die Anzahl der einzelnen Formen gleich auf diese Liste eintragen (vgl. Abb. 117).

Das Verfahren des Zählens kann auch insofern verschieden sein, als man zuerst die Vertreter einer Form oder einer systematischen Gruppe auf der ganzen Platte durchzählt, dann eine zweite usw. Ein anderer Weg besteht darin, gleich alle Formen Quadrat auf Quadrat zu zählen.

Ist beim Zählen ein Organismus auf seine Zugehörigkeit nicht genau zu erkennen, so läßt man sich am besten im Zählen nicht aufhalten, sondern notiert nur rasch die Kreuznummer des Quadrates und kommt dann nach beendigtem Auszählen darauf zurück. Mit Hilfe der Kreuznummer kann der betreffende Organismus rasch wieder gefunden und nun mit stärkerer Vergrößerung untersucht und bestimmt werden.

Absolut vollkommen und fehlerlos ist wohl kein quantitatives Verfahren. Aber was ist an unserem Forschen und seinen Ergebnissen vollkommen? Auch hier ist ja alles immer relativ und wird dies immer bleiben. Aber trotzdem müssen wir dasjenige Verfahren brauchen, das unter den gegebenen uns dieses relative Ziel am besten erreichen läßt, und der Fortschritt der Forschungsverfahren besteht darin, immer neue, dem endgültigen immer näherkommende Wege zu finden.

Im Anschluß an diese Angaben wird der Leser seinen Weg finden; er kann ihn natürlich nach seinen besonderen Bedürfnissen leicht abändern oder zweckmäßige Neuerungen selbst einführen.

Die Auswertung eines Fanges durch Zählen ist eine mühevolle Sache, wenigstens wenn sie genau durchgeführt werden soll. Ungenaues Zählen hat aber keinen Zweck, ja ist schädliche und nutzlose Arbeit. Wer daher zählerisch einen Fang auswerten will, tue dies so gut, genau und vollkommen, als es mit seinen Mitteln möglich ist. Dann wird er gewiß zu brauchbaren und verwertbaren Ergebnissen gelangen.

Die Zählprotokolle sind in ihrer Form und Führung der Fragestellung entsprechend einzurichten. Jeder wird da für seine besonderen Bedürfnisse leicht selbst die entsprechende, ihm zusagende Einrichtung finden.

2. Verfahren und Hilfsmittel zur biologischen Erforschung des Gewässergrundes.

Den Gewässergrund teilen wir bezüglich seiner Durchforschung zweckmäßig in das Ufer- und das Tiefengebiet. Die Verfahren und anzuwendenden Hilfsmittel sind hier und dort mindestens teilweise etwas verschieden. Die genaue Grenze ist nicht fest und übrigens auch nicht von Belang.

a) Das Ufergebiet (Litoral).

Vom Ufer aus läßt sich bis zu einer gewissen Tiefe der oberste Strich jedes Gewässers unmittelbar absuchen, vorausgesetzt, daß das Ufer kein Steilufer ist. Dabei kann eine große Menge von verschiedenen Tieren und Pflanzen gesammelt werden. Wir denken da in erster Linie an die makroskopische Lebewelt. Ein geübter Beobachter wird durch Umwenden von Steinen, durch Absuchen von Pflanzenstengeln, Blättern, Wurzelstöcken usw. mit Durchsuchen des Grundschlammes in kurzer Zeit einer großen Zahl makroskopischer Lebewesen habhaft werden. Manches ist ja leicht erkennbar; ich denke da an die vielen Insekten, Insektenlarven, an Spinnen, manche Krebsformen, Schnecken, Muscheln, Borstenwürmer, Egel, Gordiiden, Mermithiden, manche Plattwürmer, Bryozoen, Hydrakolonien, Schwämme usw. Man hat für dieses Untersuchen meist nichts nötig, als ein gutes Auge. Mancher Anfänger wird zuerst vielleicht nichts oder nur wenig sehen. Dann rate ich ihm, ein bestimmtes Stück des Untergrundes oder eine bestimmte Gruppe von untergetauchten (submersen) Pflanzenstengeln usw. einmal längere Zeit zu beobachten, indem er stehend, kniend oder liegend an derselben Stelle bleibt. Bald wird er gewahr, daß sich dort ein kleines Blatt bewegt, daß hier ein scheinbares Sandhäufchen zu kriechen beginnt, daß da auf dem Schlamme ein dunkler Fleck sich langsam von der Stelle bewegt, daß bald hier, bald dort irgend etwas in Bewegung kommt. Sieht er dann näher zu, so findet er die Ursache dieser Bewegungen in kleinen Tieren der verschiedensten Form, die er vorher nicht gesehen hat. Man muß sich nicht vorstellen, daß da nur so im Vorbeigehen gesammelt werden könne. Diese Lebewelt will mit Ruhe beobachtet sein. Wohl die meisten machen den Fehler, daß sie viel zu rasch und zu ungeduldig vorgehen. Sie bringen sich damit aber auch um den Hauptgenuß. Es gibt wohl nichts Schöneres für den Naturfreund, als hingestreckt vom Ufer oder von einem Floße oder Kahne aus das sonndurchstrahlte Wasser und seine Lebewelt zu beschauen. Der kleinste Fleck entpuppt sich bald als reich bevölkert, und je länger und geduldiger der Beobachter an seinem Platz ausharrt, um so reicher zeigt sich ihm das Leben und sein Getriebe. Die Gewohnheiten und die Lebensweise der vielen Wasserwesen werden ihm offenbar, manch Schauspiel von oft recht dramatischem Gepräge rollt sich vor seinem erstaunten Blicke ab. Dieses Verfahren des unmittelbaren Beobachtens wird heute viel zu wenig angewandt. Leider, denn es ist nicht nur das genußreichste, sondern auch das am meisten zu empfehlende, da es uns die Wesen in vollkommen natürlichen Verhältnissen und Bedingungen zeigt. Es kann nun allerdings

nur für verhältnismäßig große, also makroskopische Wesen in Betracht kommen. Doch wird ein geübtes Auge bald noch sehr kleine Organismen auf diese Art zu entdecken und zu beobachten vermögen. Verbunden mit Untersuchungen im Aquarium mag dieses unmittelbare Beobachten das einwandfreieste, natürlichste Verfahren zur Erforschung der Wasserlebewelt und ihres Wesens und Treibens auch heute noch sein.

Also, man vergesse für einige Zeit all die verwickelten Hilfseinrichtungen neuzeitlicher Untersuchungsverfahren und versuche es erst mit dem unmittelbaren Beobachten und greife nur zu jenen, wenn dieses versagt oder ziehe jene nur zur Ergänzung bei.

Nun soll noch einiges über das Absuchen selbst gesagt werden. Man lasse dabei nichts außer acht. Steine sind zu wenden und nicht nur auf der Oberseite, sondern auch die Unterseite zu untersuchen; dabei lasse man nie die Stelle, auf der sie lagen und die nun frei ist, außer acht. Holzstücke und alle andern längere Zeit im Wasser herumliegenden Gegenstände irgendwelcher Art, gleichviel ob sie schwimmen oder festliegen, sollen ebenfalls wie die Steine gründlich untersucht werden. Dabei ist zu empfehlen, alles was man erst außerhalb des Wassers abgesucht hat, auch noch unter Wasser abzusuchen, indem man den Gegenstand am besten in ein größeres Gefäß oder das freie Wasser bringt. Es ist dies namentlich dem Anfänger zu empfehlen. Er wird kleiner, festsitzender Wesen, wie Hydrakolonien, Bryozoenstöcke usw. oft erst auf diese Art gewahr. Dem Wasser enthoben, bilden diese Wesen meist formlose Klümpchen, während sie in ihr Element zurückgebracht, wieder ihre gewohnheitsmäßige Gestalt annehmen und dann auch leichter sichtbar werden. Baumstümpfe, die im Wasser stehen, Pfähle, Planken von Uferbauten (Anlegestellen, Landungsstegen, Badehäusern usw.) sollen ebenfalls gründlich untersucht werden. Anhaftende Algen und Moosrasen allfällig mit einem harten Gegenstand, etwa einem Holzstück, einem Messer, einem scharfen Stein oder am besten mit einem eigens dazu angefertigtem Schaber (Abb. 118) abgeschabt werden.

Blätter und andere im Wasser lagernde Abfall- und Faulmassen werden auseinandergelegt oder in ein Gefäß mit Wasser ausgedrückt oder sonstwie ausgewaschen. Schilfrohrstengel und andere Wasserpflanzen werden mit den Wurzeln ausgerissen, ebenfalls abgewaschen und eingehend untersucht. Bei Pflanzenarten, die zu Beständen zusammentreten, wie Charazeen, Carex-, Scirpus-Arten usw., ist natürlich auf das Durchsuchen dieser Bestände ein ganz besonderes Augenmerk zu verwenden. Sie beherbergen meist eine ganz eigenartige Tierwelt und oft auch Mikroflora. Auch hier wie überhaupt durchwegs empfiehlt es sich, die abzusuchenden Gegenstände abzuwaschen.

Das hier Ausgeführte gilt natürlich auch für die Meeresküste. Die Lebewelt ist dort meist noch reichartiger, das Sammeln und Absuchen noch reizvoller; jedes Plätzchen, jeder Raum manchmal dicht besetzt, der Algenwuchs mächtiger, immer mit einer reichen, eigenen Lebewelt ausgestattet. Die Gezeitenzone, die je nach der

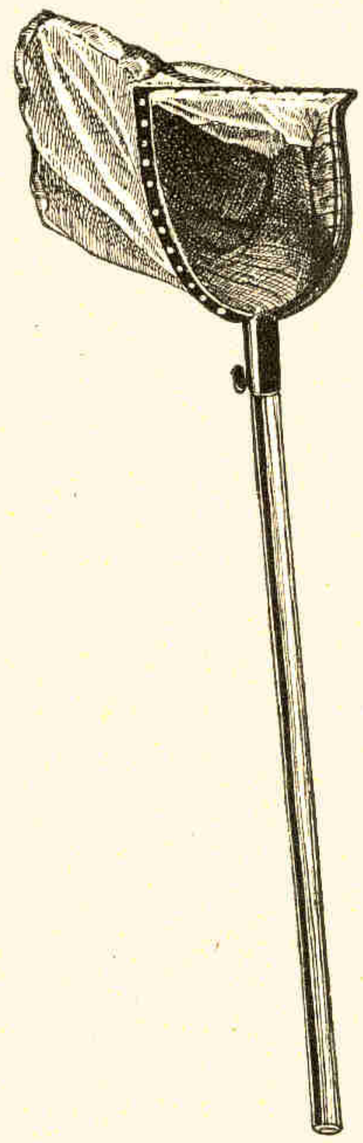


Abb. 118. Kratzer, Schaber oder Schraper.

Gegend breiter oder schmäler ist, läßt sich zur Ebbezeit leicht absuchen. Zurückbleibende Wasserlachen, Löcher usw. behalten oft mancherlei Getier zurück; das sind Fundgruben für jeden Naturfreund. Auch der Grund selber enthält manche Formen, die sich unter Schlamm und Steinen verbergen. Angeschwemmte Abfallmassen (Detritus), Tangmassen usw. sind natürlich ebenfalls genau zu durchsuchen.

Es gibt nun auch für dieses Sammeln eine Anzahl Hilfsinstrumente. Den sog. Schaber oder Pfahlkratzer haben wir bereits erwähnt (Abb. 118). Von diesen gibt es sehr verschiedene Vorlagen; immer besteht er aber aus einem Sack (meist aus Stramin), dem Rahmen, der auf einer oder mehreren Seiten mit einer messerartigen Kante versehen ist und dem Stock. Die Abb. 119 zeigt uns z. B. eine Form eines Pfahlkratzers aus der Werkstätte von

Optiker Friedinger in Luzern.[1] Der Rahmen ist hier dreikantig und besteht aus Bronze; das Netz ist aus Grießgaze angefertigt, besitzt aber eine aus feinster Seidengaze gebildete Spitze. Das Gerät kann zum Gebrauch an einen Spazierstock, dessen

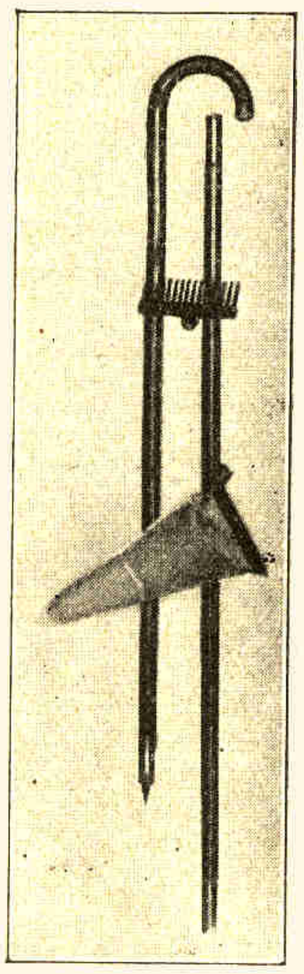


Abb. 119. Hakenstock mit Pfahlkratzer und Rechen von Friedinger.

Spitze vorher abgeschraubt wird, befestigt werden; eine Verlängerung kann zwischen Stock und Gerät eingeschaltet werden, wodurch die Leistungsfähigkeit erhöht wird und dann Wassertiefen bis zu 2½ m erreicht werden können. Netz und Rahmen können mit Leichtigkeit in der Rocktasche untergebracht werden.

Ein weiteres bequemes Hilfsmittel für das Sammeln vom Ufer aus ist ein Rechen. Verschiedene Geschäftshäuser haben derartige Geräte in den Handel gebracht. Die Abb. 119 gibt einen solchen ebenfalls von Optiker Friedinger in Luzern wieder, der in Verbindung mit dem zusammensetzbaren Stock des Pfahlkratzers zu gebrauchen ist. Gerade Charazeenrasen, Algenrasen, Tierstöcke u. v. a. läßt sich mit diesem Rechen leicht gewinnen.

Das Schilfmesser (Abb. 120) ist eine kräftige Stahlklinge, die dazu dient, Schilf- und Rohrkolbenstengel, Seerosenstiele usw. vom Ufer oder Boot aus abzuschneiden und einzubringen. Das Gerät ist namentlich an sumpfigen Stellen, die sonst geradezu unerreichbar sind, von großem Nutzen. Die Handhabung ist folgende: Man setzt die Schneide an den abzuschneidenden Gegenstand an und schneidet mit einem kurzen Ruck durch.

Vom „Mikrokosmos" werden auch sog. Grund- oder Wurfhaken in den Handel gebracht, mit denen sich vom Ufer aus manches gewinnen läßt. Man wirft den Haken von dort (oder auch vom Boot aus) an die gewünschte Stelle, läßt ihn sinken und zieht ihn dann langsam mit den abgerissenen und zusammengerafften Pflanzenmassen heraus.

An der Meeresküste wird der Sammler öfter einen Schraubenzieher gut gebrauchen können, um Muscheln, Bryozoen, Aszidien, Schwämme usw. von ihrer Unterlage, z. B. Felsen zu lösen.

Oft ist auch ein Hammer mit Meißel sehr erwünscht, um Korallen von Felsstücken zu lösen oder Bohrlöcher zu öffnen usw. Auch Pinzetten können gute Dienste leisten, um Würmer und dgl. aus Löchern und Spalten hervorzuholen. Kleine Haken oder Schaufeln helfen beim Ausgraben von Muscheln, Schnecken, Würmern und dgl. aus Sand.

Zum Abheben von Algenüberzügen kann zweckmäßig ein Blechlöffel gebraucht werden. Schlamm, Steine, Felsen, schwimmende Gegenstände zeigen ja oft auf der Oberfläche eine besondere, ausgeprägte Färbung. Vielfach deutet dies auf das Vorhandensein großer Mengen kleinster Algen. Da eignet sich dann ein einfacher Blechlöffel am besten zu ihrer Gewinnung. Man nehme stets Proben von allen Stellen, die in der Färbung voneinander und der gewöhnlichen Grundfarbe des Schlammes abweichen. Um eine reichere Probe mit nicht allzuviel Wasser zu erhalten, wird es oft angebracht sein, die mit dem Löffel oder auf andere Weise geschöpfte Probe durch ein kleines Planktonnetz zu gießen und erst nach mehrmaligem Schöpfen die angereicherte Probe in das endgültige Sammelgefäß abzulassen.

Dann ist auch zu empfehlen, die Pflanzenbestände des Ufergebietes unmittelbar mit einem kleinen Planktonnetz (man vergleiche das Seite 79 über Birges Kegelnetz Gesagte!), das man zu diesem Zwecke fest mit einem Stocke oder einer Stange verbindet, abzustreifen. Damit solche Stangen und Stöcke immer leicht zur Hand sind, werden auch ausziehbare Stöcke (Abb. 121) in den Handel gebracht. Sie sind in manchen Fällen sehr bequem und lassen sich natürlich nicht nur mit Netzen, sondern auch mit Pfahlkratzern, Rechen, Haken usw. gebrauchen. An der Meeresküste können übrigens Netze und sog. Hamen oder Wasserkätscher auch zum Fange von kleinen Fischen, Garnelen und anderem gut brauchbar sein, ja es empfiehlt sich, zwei Vorlagen von solchen, eine größere und eine kleinere mit sich zu haben.

Natürlich wird all dieses Sammeln und Beobachten erleichtert, wenn die Wärmelage es gestattet, unmittelbar im Seichtwasser selbst herumzugehen. In den Tropen läßt sich dies ohne Gefahr für Gliedersucht usw. stundenlang bewerkstelligen;

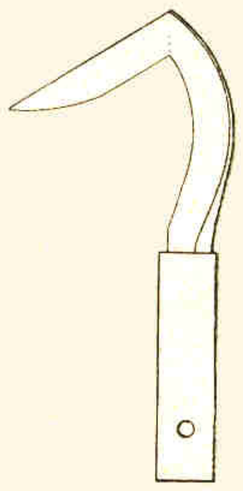


Abb. 120. Das Schilfmesser. (Nach Kolkwitz.)

man wird freilich auch dann zweckmäßig die Füße durch Schuhe schützen. Für zu kaltes Wasser empfiehlt Plate die Verwendung von Gummistiefeln. Er schildert dies sehr anschaulich: „Wenn das Wasser kälter wird, sind hohe, bis zu den Hüften reichende Gummistiefel unerläßlich, um sich vor

[1] Auch die Geschäftsstelle des „Mikrokosmos" bringt solche Pfahlkratzer in den Handel. Man verlange darüber und über sonstige Plankton-Such- und Sammelgeräte Preislisten von der Gesellschaft des Mikrokosmos.

Rheumatismus zu bewahren und ohne unangenehme Gefühle sich ganz dem Genusse hinzugeben, den jeder empfinden wird, der Stein auf Stein umgedreht, Felsen auf Felsen von allen Seiten abgesucht und Tümpel auf Tümpel durchmustert hat, um immer



Abb. 121. Ausziehbarer Stock.
(Nach Emmerling.)

wieder neue Tierformen zu entdecken. Da die Gummistiefel sehr leicht von spitzen Steinen oder Korallen durchlöchert werden, so muß man sie bis zur Mitte der Wade mit einer Schutzhülse von derbem Leder versehen, welche auch das Auftreten auf schlüpfrigem Terrain oder bei starker Brandung erleichtert. Sollte trotz aller Vorsicht ein Loch entstanden sein, so reinige man die Stelle mit Sandpapier und Benzin vom Schmutze und klebe einen Gummistreifen mittelst Kautschuklösung auf die Öffnung. Die Gummistiefel lassen sich für weitere Exkursionen zu einem leichten Paket zusammenrollen und werden erst angezogen, wenn man an der Sammelstelle angekommen ist. Da man beim Sammeln sich nur langsam bewegt, so macht sich das Transpirieren innerhalb der Stiefel selbst bei mehrstündigem Umherwaten im Wasser nicht unangenehm bemerkbar." Kolkwitz hat auch im Süßwasser unserer Breiten Gummistiefel verwendet.

In neuester Zeit ist auch die Zentrifuge (siehe S. 89) in den Dienst der biologischen Durchforschung des Ufergebietes gestellt worden. Es geschah dies durch V. Brehm, der sie namentlich zur Gewinnung von Protisten und kleinen Wirbellosen aus Algenwatten, Sphagnumpolstern, vermoderndem Laub und von Wasser, das durch Ausquetschen von Pflanzenbeständen gewonnen wurde, heranzog. Brehm äußert sich sehr befriedigt über die Ergebnisse.

Wir haben weiter oben das unmittelbare Beobachten besonders empfohlen. Seine Anwendung ist nun aber ohne besondere Hilfsmittel nur auf ein schmales Ufergebiet beschränkt und vielfach noch von günstigen Beleuchtungsverhältnissen, vom Wellengang usw. abhängig. Es gibt nun Geräte, die das unmittelbare Beobachten auch für bedeutend größere Tiefen, ja bei gut durchsichtigem Wasser, namentlich auf dem Meere, für 20—30 m Tiefe erlauben und die vorerwähnten, ungünstigen Verhältnisse ausschalten.

Vor nicht gar langer Zeit (1915) hat Thilo Krummbach in einer anziehend geschriebenen Reihe von Mitteilungen aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria) diese Hilfsmittel wieder in Erinnerung gebracht. Es sind dies Suchfenster oder Wassergucker, Vorrichtungen, die gestatten, auch bei Wellengang und anderen ungünstigen Verhältnissen den Grund unmittelbar zu beobachten.

Das Suchfenster von Krummbach kann man sich aus einer Holzkiste selbst herstellen; man entfernt den Boden und setzt an dessen Stelle eine Glasscheibe von etwa 40 zu 40 cm ein; die Verkittung muß natürlich absolut wasserdicht

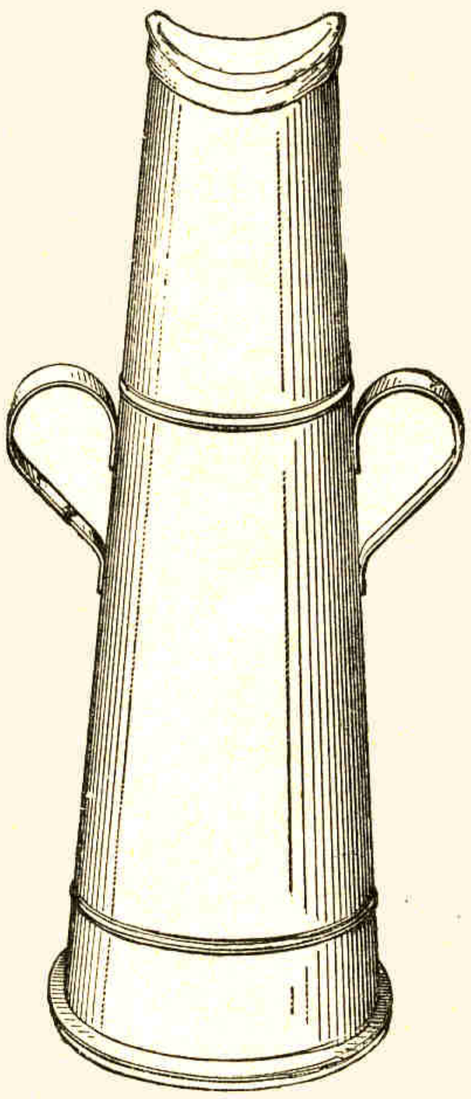


Abb. 122. Wassergucker.
(Aus Klut, Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. Verlag J. Springer, Berlin.

sein. Die Höhe der Kiste wird am besten 30 bis 40 cm gewählt.

Auch der „Wassergucker" ist nach L. Plate[1]

[1] Plate, Das Sammeln und Konservieren wirbelloser Seetiere, in Neumayer, Anleitung zu wissenschaftl. Beobacht. auf Reisen. 3. Aufl. Bd. 2. Hannover. 1906.

eine ganz ähnliche Vorrichtung. Man kann ihn aus einem Holzeimer oder aus einer 30 cm hohen Holzkiste anfertigen, indem an Stelle des Bodens ebenfalls eine Glasscheibe von 40 zu 40 cm eingesetzt wird. Auch ein Zinkblechzylinder von 40 cm Höhe

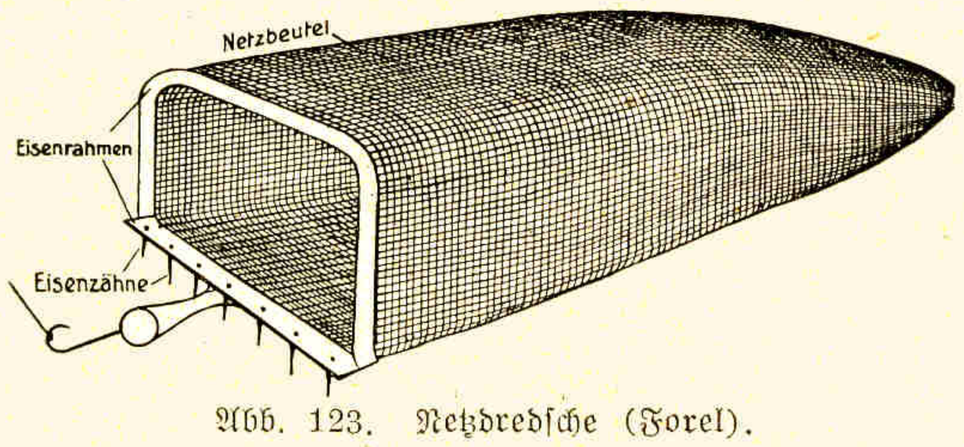


Abb. 123. Netzdredsche (Forel).

und etwa 30 cm Durchmesser ist gut brauchbar (Abb. 122) und eignet sich namentlich zum Untersuchen von engen Felsspalten usw. Kurz, ein findiger Geist kann sich da für seinen besonderen Zweck die verschiedenartigsten Vorrichtungen schaffen. Das Leben und Treiben auf dem Grunde läßt sich bis zu 20 und mehr Meter verfolgen. Weniger tief gelegene Siedelungen von Hydren usw. lassen sich damit prächtig beobachten, und wie anziehend ist nicht das Treiben der Insekten, Insektenlarven und von all dem andern Getier. Freilich wird ein Wassergucker auf dem Meere im allgemeinen weit besser brauchbar sein als in unsern süßen, stark getrübten Gewässern, aber auch da ist die Anwendung empfehlenswert.

Krummbach beschreibt auch ein nach seinen Angaben gebautes Boot mit einem Glaseinsatz auf dem Boden, das sich zu Beobachtungen des Küstengrundes der Adria sehr gut eignen soll. Ob solche oder ähnliche Boote in einer der bestehenden biologischen Süßwasserstationen bereits vorhanden sind, entzieht sich meiner Kenntnis. Jedenfalls ließen sie sich auch dort gut verwenden. Die Leser seien auf die erwähnten Mitteilungen Krummbachs verwiesen.

Sind solche Boote nicht jedem zugänglich, so lassen sich doch „Guckfenster, Wassergucker oder Suchfenster" leicht beschaffen.

b) Die Tiefe.

Die Erforschung der Lebewelt größerer Tiefen unserer Gewässer bietet für jeden etwas Reizvolles. Lange ist sie uns ja auch völlig unbekannt geblieben. Erst eine Reihe eigenartiger Geräte und Untersuchungsverfahren haben ihre Ergründung ermöglicht. Lange Zeit glaubte man ja die großen Tiefen der Meere, aber auch unserer Seen völlig tot oder doch äußerst arm an Lebewesen. Tiefsee-Forschungsfahrten haben da aber eine Lebewelt zutage gefördert, die oft ans Wunderbare, ans Märchenhafte grenzt.

Die Verfahren zum Fange dieser Lebewesen sind für geringere und größere Tiefen in der Hauptsache dieselben, nur sind mit steigender Tiefe die Geräte mächtiger und größer.

1. Dredschen, Schleppnetze- oder Grundnetze.

Das wichtigste Hilfsmittel zum Fange von Lebewesen des Grundes außerhalb des Ufergebietes sind die Schleppnetze oder Dredschen. Von diesen sind recht verschiedene Formen im Gebrauch; die Unterschiede bestehen hauptsächlich in der Form des Bügels und in der Größe. Da eine gefüllte Dredsche oft recht schwer aufzuziehen ist, hat ihre Größe sich nach den zur Verfügung stehenden Kräften zu richten. Im allgemeinen sollen nicht zu große Formen benutzt werden. Dredschen lassen sich übrigens nicht überall verwenden; am geeignetsten ist völlig ebener Grund; ist dieser aber uneben oder geradezu zerklüftet, so ist das Dredschen oft völlig ausgeschlossen, wie z. B. auf Korallenriffen. Je geeigneter der Grund ist, um so größer können natürlich auch die Dredschen sein, da sie ja dann trotz ihrer Größe leicht fortzubewegen sind. Nach Plate lassen sich in der Nordsee Grundnetze von 2 m vorderer Breite leicht durch ein Segelboot fortbewegen, und bei den griechischen Inseln sollen die Schwammfischer sogar Netze von 5 m Breite verwenden. Plate empfiehlt für Forschungsreisende, sich zunächst immer an die ortsüblichen Fangverfahren zu halten und nur Berufsfischer als Gehilfen anzustellen, da diese meist die größeren Formen auch der wirbellosen Tierwelt gut kennen und die günstigen Örtlichkeiten wissen. Die meist größere Maschenweite der Netze dieser ortsansässigen Bevölkerung verhindere den Fang auch kleinerer Wirbellosen nicht, da ja die Netzmaschen vielfach durch Tange, größere Bodentiere usw. verstopft werden.

Dies gilt natürlich hauptsächlich für die Meeresküste; doch wird man sich auch an größeren, unbekannten Süßwasserseen zweckmäßig an diese Angaben halten.

Was nun die zu verwendenden Netzformen selbst betrifft, kommt es natürlich vorerst darauf an, was man fangen will. Auf dem Meere werden grobmaschige Netze viel eher eine befriedigende Ausbeute geben als im Süßwasser, schon des Gepräges und des größeren Reichtums der Organismenwelt wegen.

Es sollen nun zunächst die in unsern Süßwasserseen bisher zur Anwendung gelangten Dredschen dargestellt werden.

Forel, der auf diesem Gebiete als Wegbahner vorging, hat eine sehr einfache Dredsche gebaut. Obgleich es heute ja viel vollkommenere Geräte gibt,

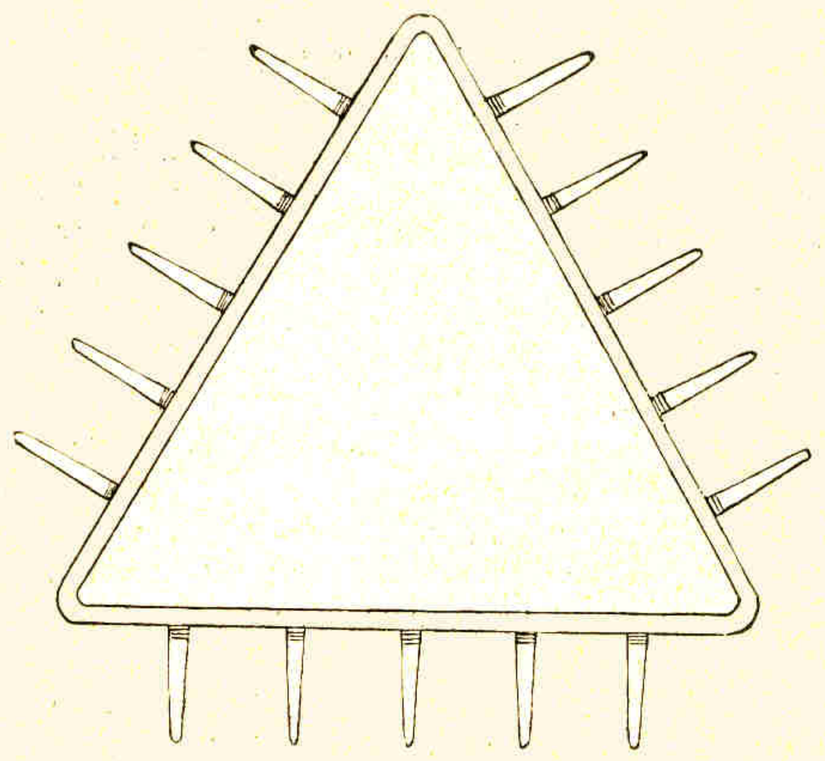


Abb. 124. Rahmen der Steinmannschen Netzdredsche. (Nach Steinmann.)

mag sie als äußerst billiges und leicht selbst herzustellendes Hilfsmittel manchem nicht begütertem Anfänger genügen.

Über den oberen Rand eines eisernen Gartenrechens von 20 cm Breite und mit 7 cm langen

[1] Die Naturwissenschaften, Jahrg. 1915, S. 281—83.

Zähnen wird ein eiserner Bogen gespannt, so wie es die Abb. 123 zeigt. Der hölzerne Stiel des Rechens wird entfernt und an dessen Stellen ein grobes Eisenstück in Hakenform angebracht. Als Netz brauchte Forel einen entsprechend zugeschnittenen und gearbeiteten Sack aus Musselin. Am Eisenhaken vorn wird die Zugleine angeknüpft und letztere etwas vor

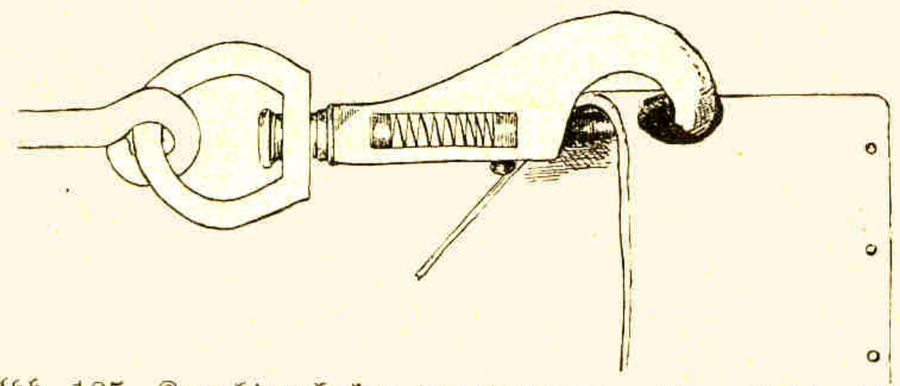


Abb. 125. Karabinerhaken der Steinmannschen Netzdredsche. (Nach Steinmann.)

der Anknüpfstelle mit einem Gewicht versehen. Damit beim Versenken der Vorrichtung der Netzbeutel sich nicht in die Zähne verwickelt, ist es angebracht, an der Spitze dieses Beutels noch ein Schwergewicht anzubringen, das außerdem durch drei Schnüre mit dem Rahmen verbunden ist. Ohne diese Maßregel ist große Vorsicht beim Versenken nötig; zweckmäßig wird während dieses Vorganges leicht vorwärts gerudert. Dies ist die einfache Forelsche Dredsche.

Heute wird im Süßwasser am häufigsten eine Dredscheform verwendet, die ursprünglich von Samter u. Weltner geschaffen wurde, seither aber mancherlei Umänderungen und Verbesserungen erlitt und heute meist unter dem Namen Steinmannsche Netzdredsche gebraucht wird. Das Gerät besteht aus Netzbeutel, Netzrahmen und drei Zugstäben. Der Rahmen (Abb. 124) hat die Form eines gleichseitigen Dreiecks von 30 cm Seitenlänge. Die Ecken sind abgerundet. Der Rahmen selbst besteht aus einer 4,5 cm breiten und 6 mm dicken Eisenschiene. Auf jeder Seite trägt er fünf starke, 5 cm lange stumpfe Zähne, die auf der Schiene senkrecht stehen. An den Ecken des Dreiecks befinden sich weite Öffnungen, in denen starre Eisenstäbe mit Karabinerhaken (Abb. 125) befestigt sind. Die 3 Stäbe werden vorn durch einen Eisenring zusammengehalten, an den auch die Netzleine geknüpft wird. Für Fänge in über 100 m Tiefe ist an dem gleichen Ring noch ein Gewicht von 1 kg Schwere anzubringen. Die Länge der Zugstäbe soll etwa 45 cm,

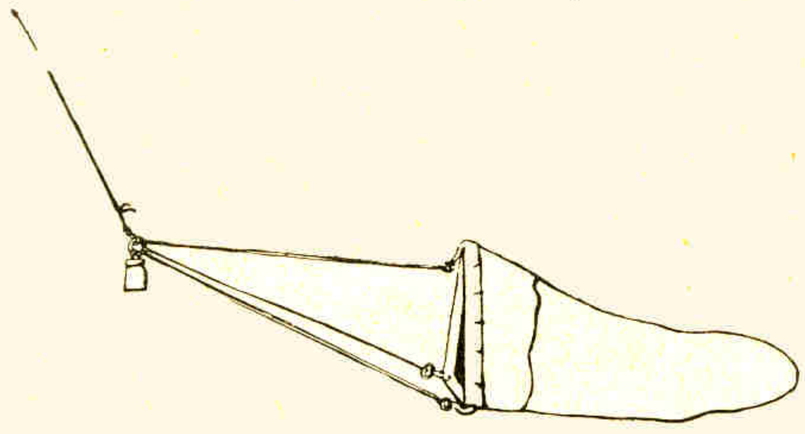


Abb. 126. Steinmannsche Netzdredsche. (Nach Steinmann.)

die Dicke 8 mm betragen. Der vordere Rand ist am Steinmannschen Gerät abgerundet, der hintere an jeder Seite von 16 feinen Öffnungen durchbohrt, mit deren Hilfe das Netz oder besser die Netze befestigt werden (Abb. 126). Der Rahmen trägt nämlich zwei Netze, die ineinandergeschoben sind. Das äußere, das sog. Filtriernetz (Steinmann), besteht aus Seidegaze von 0,85 mm Maschenweite (als Grießgaze zu beziehen). Mit dem Rahmen ist dieses Netz vermittelst eines Leinwandstreifens verbunden. Ein zweites, aus Bindfadengeflecht hergestelltes Netz, das mit Teer durchtränkt ist, wird als Tragnetz (Steinmann) in das Filtriernetz eingeschoben und befestigt. Die Anwendung dieser Netzdredsche ist bequemer als diejenige Forels, da sie auf alle Fälle richtig liegt. Die Zugleine ist nach Steinmann ebenfalls schief zu halten. Fehlmann hat an der Steinmannschen Dredsche eine weitere Änderung angebracht, die sie, namentlich für die Beförderung und zum Tragen handlicher macht.[1] Das starre Rahmendreieck kann durch Anbringen von Ösen an seinen Ecken auseinandergenommen werden (vgl. Abb. 127). Ein genau gearbeiteter Stift wird durch die aufeinandergelegten und genau zusammenpassenden Ösen der eine Ecke bildenden Rahmenseiten so gesteckt, daß die Öffnung des Stiftes nach vorn gerichtet ist und zum Einhaken der Karabinerhaken der Zugstäbe benutzt werden kann.

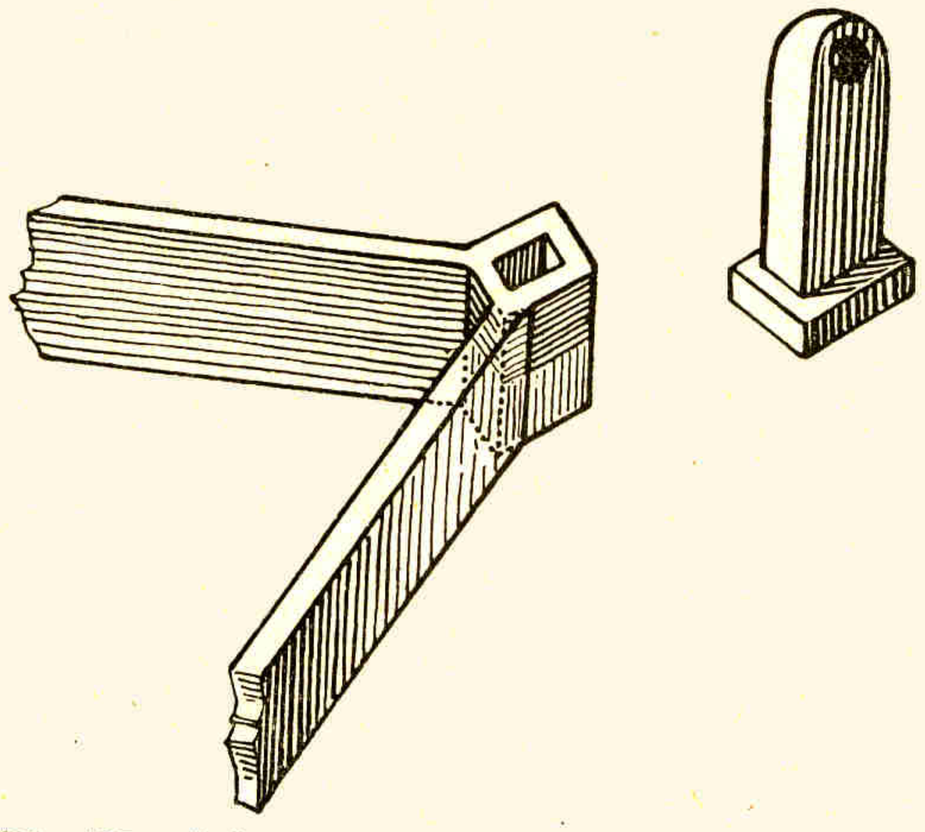


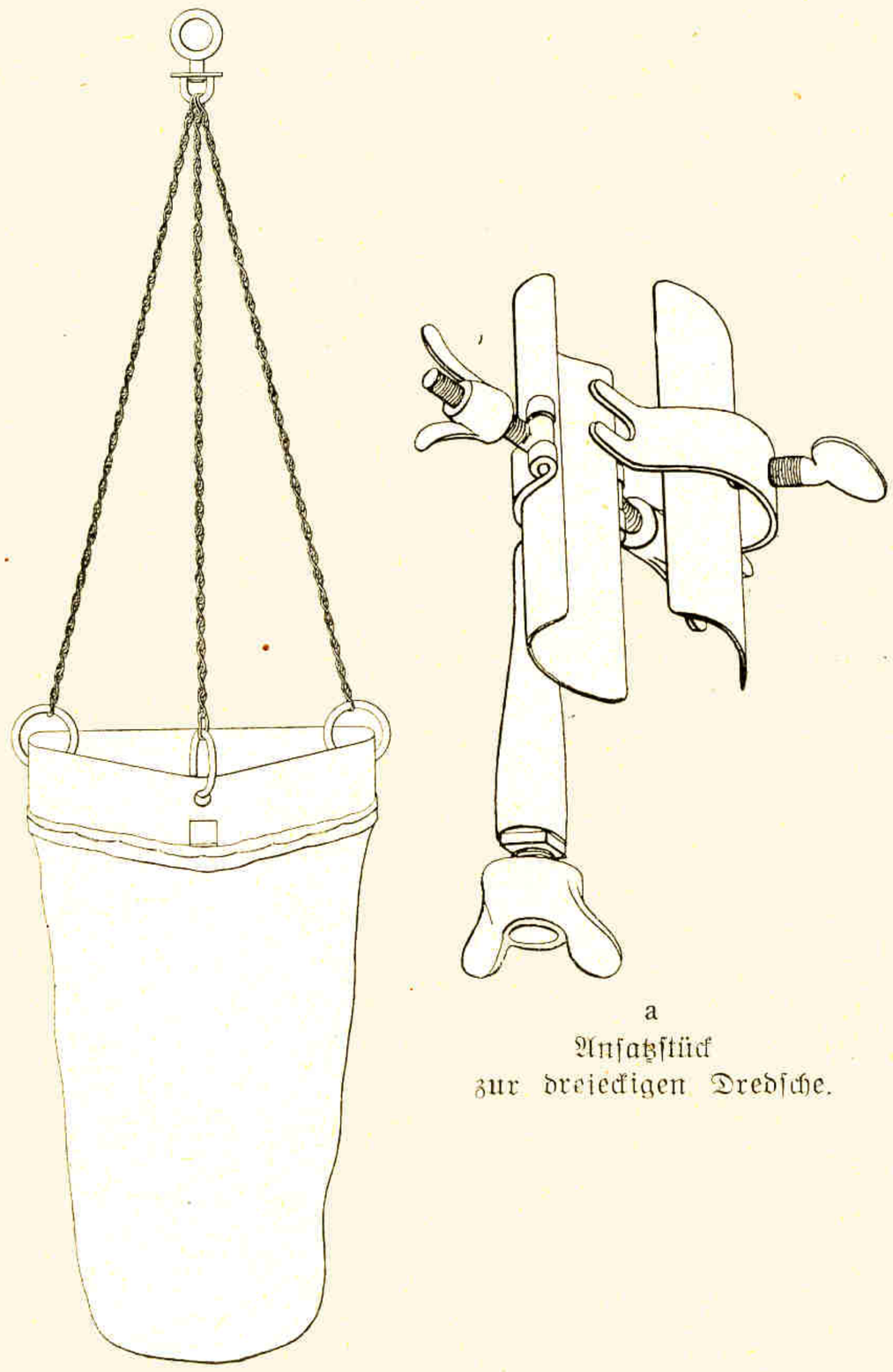
Abb. 127. Rahmenecke und Stift bei der zusammenlegbaren Dredsche nach Fehlmann.

Zum Auseinandernehmen des Rahmengerüstes hat man nur diese Haken zu lösen, dann können die Stifte herausgezogen und die Rahmen an den Ecken auseinandergenommen und zusammengelegt werden. Damit der am Rahmen befestigte Leinwandstreifen bei diesem Zusammenklappen nicht hinderlich wird, wird er an einer Ecke gegen die Netzspitze hin eingeschnitten; der Einschnitt muß eine halbe Rahmenlänge betragen. Damit beim Fange ein Teil der Beute nicht durch diesen Einschnitt verloren geht, trägt die eine Schnittseite eine Verlängerung ähnlich der Verschlußklappe eines Briefumschlages. Diese Verlängerung greift auf die andere Seite hinüber und wird dort mit Druckknöpfen festgemacht. Soll die Dredsche nach Gebrauch auseinandergenommen werden, so löst man erst diese Klappe, hier-

[1] Neuerdings hat Monard die Steinmann-Dredsche, die ihn nicht befriedigte, auf folgende Weise umgeändert: die Zähne werden weggelassen, die Rahmenseiten in der Mitte stumpfwinklig ausgebogen und hinten ein Netzeimer angesetzt, dessen Boden durch Bajonettverschluß abnehmbar ist; das Netz besteht aus Seidengaze Nr. 12 oder 15 und wird außen durch ein starkes Geflecht aus Schnüren gestützt. Siehe: Monard, La faune profonde du lac. de Neuchâtel. Bulletin d. l. Soc. neuchâteloise des sciences nat. Bd. 44. 1919.

auf die Karabinerhaken der Zugstäbe, zieht die drei Stifte aus ihren Ösen, klappt die Rahmen zusammen und wickelt den Netzbeutel um die aufeinandergelegten Rahmen.

Damit der Netzbeutel der Dredsche beim Versenken derselben sich nicht etwa in die Rahmenzähne



a
Ansatzstück
zur dreieckigen Dredsche.

Abb. 128. Dreieckige Dredsche, die ohne oder mit dem Ansatzstück a gebraucht werden kann. In letzterem Falle arbeitet sie als Pfahlkratzer. (Nach Kolkwitz.)

verwickle und dort hängen bleibe, brachte Fehlmann[1] einen Draht an, der am Rahmen festgemacht ist und in den Netzbeutel hineinragt; das freie Ende des Drahtes ist verdickt und verhindert nun auch bei raschem Versenken ein Umschlagen des Netzbeutels.

Kolkwitz hat eine Dredsche bauen lassen, die vermittelst einer viereckigen Öffnung im Rahmen und einem entsprechenden Ansatzstück (Abb. 128a) als Pfahlkratzer benutzbar ist. Die Maße sind für eine kleinere Form folgende: Rahmenlänge 20 cm, Rahmenhöhe 5—6 cm; Gewicht 1,5 kg; 18 Löcher am untern Rahmenrand ermöglichen das Festmachen des Netzstoffes. Für eine größere Netzform gibt Kolkwitz 32 cm Rahmenlänge, 30 Löcher zum Festmachen des Beutels und 3½ kg Gewicht an.

Ein Vorgewicht[2] kann verwendet oder weggelassen werden. Wird in einem Strome gedredscht, so kann ein Vorgewicht entbehrt werden, wenn der Zug in der Stromrichtung erfolgt.

Die Abb. 129 stellt eine viereckige Dredsche nach Kolkwitz dar; zum besseren Gleiten ist sie mit Gleitbügeln ausgestattet, die vorn zur Erhöhung der Festigkeit mit einer Querstange verbunden sind. Maße: Längsseite 30 cm, Querseite 10 cm, Höhe des Metallrahmens 5 cm, Zahl der Löcher zum Festmachen des Beutels etwa 40. Gewicht 3,8 kg.

Wenn die Dredsche sich infolge der abstehenden Schneiden etwa fest verankern sollte, empfiehlt Kolkwitz, die Zugleine kürzer zu nehmen, damit die Schneiden mehr wagrecht eingreifen.

Der Beutel ist aus sog. Kongreßstoff hergestellt; sollte dieser zu schwach sein, so ist nach Kolkwitz Hanfgewebe zu wählen. Der Beutel ist am hintern Ende zu öffnen, wo eine hölzerne Schnürrolle eingebunden ist.

Kolkwitz hat diese Dredsche auch in zusammenlegbarer Form herstellen lassen (Abb. 130). Die Schneiden und Gleitbügel sind umlegbar; die

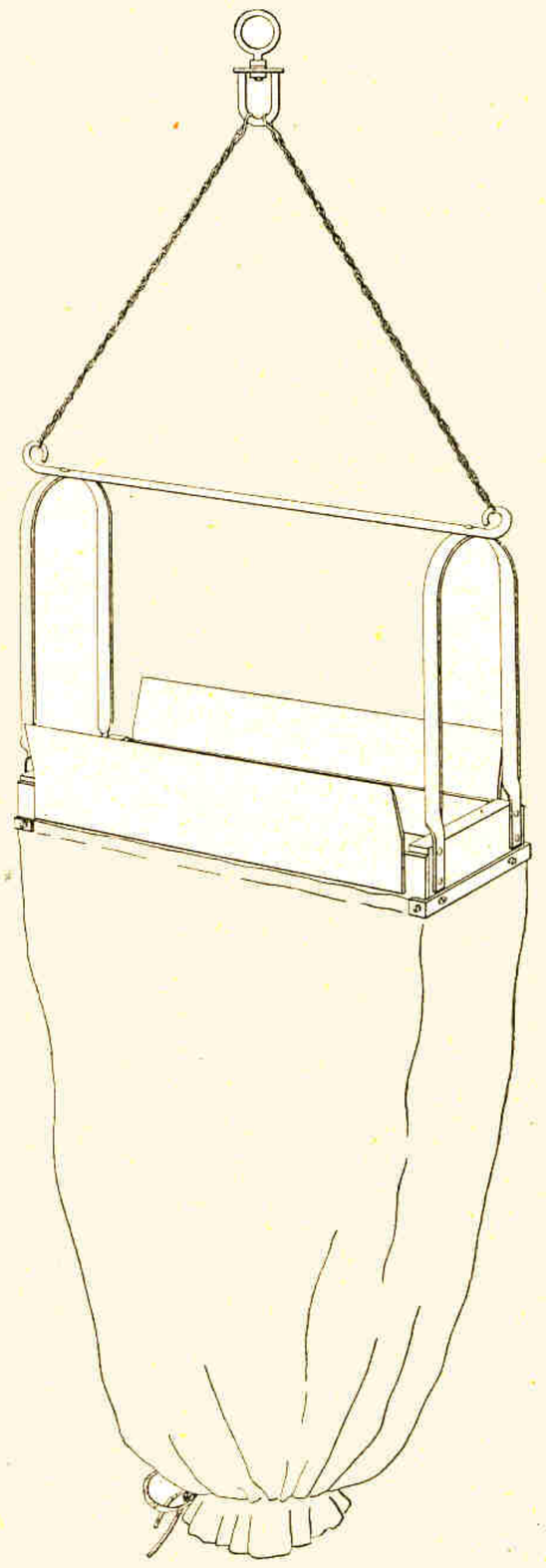


Abb. 129. Viereckige Dredsche nach Kolkwitz.

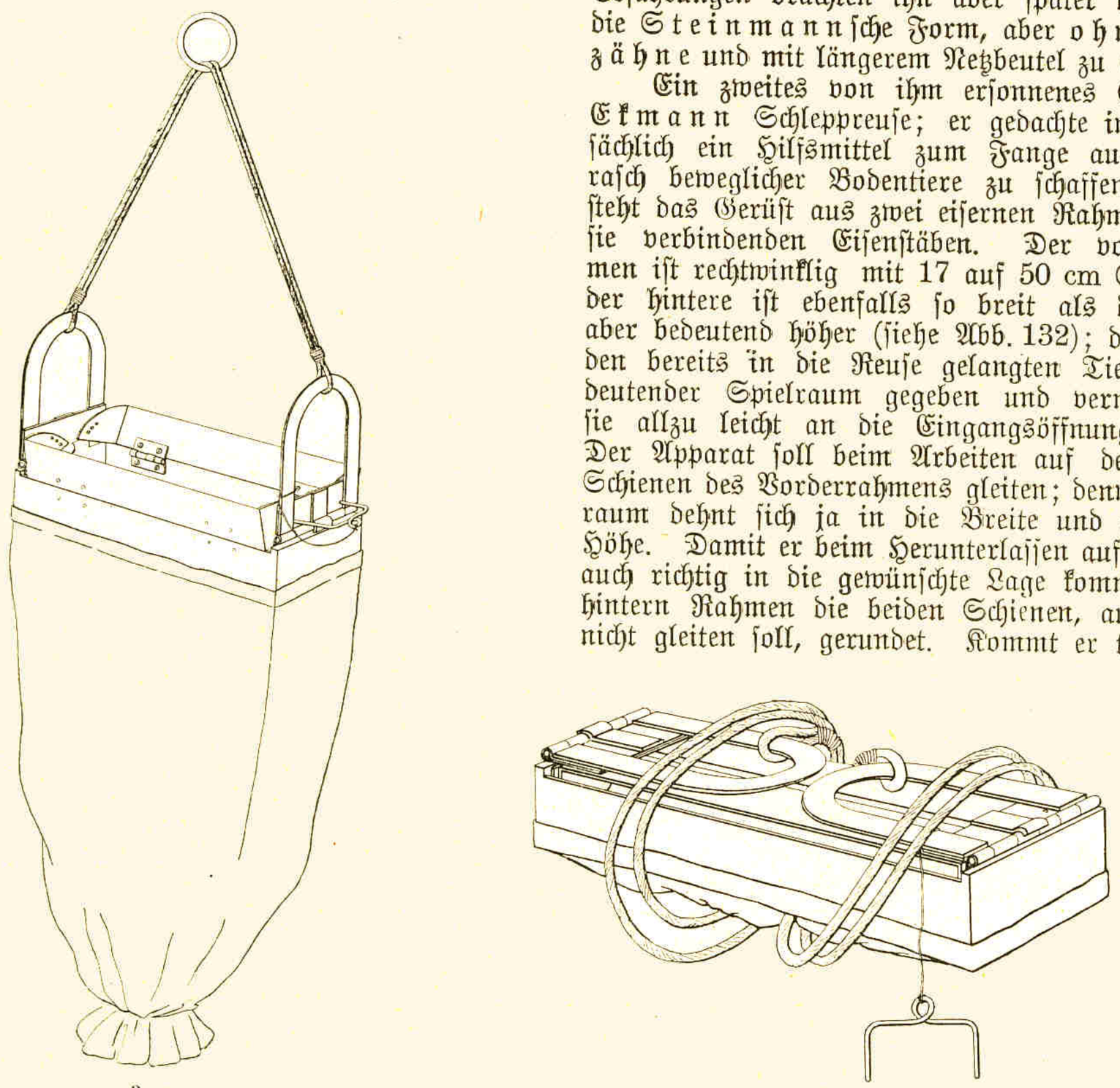
Dredsche läßt sich dadurch auf einen Raum von 25:10:6 cm zusammenbringen und in eine Umhängetasche verpacken. Maße: Länge des eisernen Rahmens 25 cm, Breite 10 cm, Höhe 4,5 cm, Dicke 3 mm; Gewicht 2,6 kg. Höhe der Gleitbügel 12 cm; Zahl der Löcher zum Festmachen des Beutels 44.

[1] Fehlmann, F. W., Die Tiefenfauna des Luganer Sees. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie. Biol. Supplem. 4. Serie.

[2] Vergl. Abb. 126 das vor der Dredsche angehängte Gewicht.

Das Aufstellen der zusammengeklappten Dredsche geschieht wie folgt: Die Schneiden und Gleitbügel werden ausgeklappt und durch zwei seitliche Stifte, so wie die Abb. 130a es zeigt, festgemacht; dabei können die Schneiden je nach der Bodenbeschaffenheit mehr oder weniger gespreizt werden, indem für die seitlichen Stifte drei verschiedene Lochungen vorhanden sind. Die Gleitbügel werden am Zurückklappen durch einen kurzen Sperrbügel verhindert, der etwa wie bei einer Brille arbeitet.

Natürlich kann auch bei diesen Dredschen der Gebrauch sichergestellt werden durch Anbringen von Schwimmkorken an einer Schnur. Setzt sich die



a b

Abb. 130. Zusammenklappbare Dredsche. a offen, b zusammengeklappt. (Nach Kolkwitz.)

Dredsche irgendwo fest, so erkennt man die Stelle an der Lage des Schwimmers.

Dredsche nach Blanc. Eine Dredsche, die sehr leicht und billig herzustellen ist, hat Blanc beschrieben (Abb. 131). Sie besteht aus einem Blechzylinder von 14 cm Durchmesser und 15 cm Höhe; der Vorderrand dieses Zylinders ist, wie die Abb. 131 zeigt, in scharfe Zähne geschnitten und diese leicht nach außen gebogen. An dieser Blechfassung wird nun hinten mit Hilfe eines breiten Ringes s ein Sack aus starkem Tuch t von der Form eines Kegelstumpfes festgemacht. Der Sack (t) wird ungefähr ½ m lang gewählt. Die hintere, engere Öffnung ist mit einem Holzpfropfen (P) zu verschließen; auch hier wird am besten ein Metallring (S) zur engen Befestigung des Sackes am Pfropfen gewählt. Der erwähnte Holzpfropfen trägt übrigens noch eine Schraube mit einem Ring, an den ein Gewicht angehängt wird.

Vorn am Blechzylinder ist ein Henkel angelötet, der zum Aufknüpfen des Tauendes dient; ungefähr 1 m vor dem Henkel wird ein weiteres Gewicht an das Tau befestigt. Die Größenverhältnisse dieser Dredsche können natürlich auch anders gewählt werden. Nach Blanc soll sie sowohl die auf und im Grunde lebende, wie auch die vagile Lebewelt gut fangen.

Auch Sven Ekmann hat bei seinen Untersuchungen über die Bodenfauna des Vätternsees in Schweden eine eigene Netzform angewandt[1]; seine Erfahrungen brachten ihn aber später dazu, wieder die Steinmannsche Form, aber ohne Rechenzähne und mit längerem Netzbeutel zu empfehlen.

Ein zweites von ihm ersonnenes Gerät nennt Ekmann Schleppreuse; er gedachte in ihr hauptsächlich ein Hilfsmittel zum Fange auch größerer, rasch beweglicher Bodentiere zu schaffen. Hier besteht das Gerüst aus zwei eisernen Rahmen und vier sie verbindenden Eisenstäben. Der vordere Rahmen ist rechtwinklig mit 17 auf 50 cm Seitenlänge; der hintere ist ebenfalls so breit als der vordere, aber bedeutend höher (siehe Abb. 132); dadurch wird den bereits in die Reuse gelangten Tieren ein bedeutender Spielraum gegeben und vermieden, daß sie allzu leicht an die Eingangsöffnung gelangen. Der Apparat soll beim Arbeiten auf den längeren Schienen des Vorderrahmens gleiten; denn sein Fangraum dehnt sich ja in die Breite und nicht in die Höhe. Damit er beim Herunterlassen auf den Grund auch richtig in die gewünschte Lage kommt, sind am hintern Rahmen die beiden Schienen, auf denen er nicht gleiten soll, gerundet. Kommt er trotzdem zufällig darauf zu liegen, so bewirkt die Rundung, daß er sofort in die gewünschte Hauptlage zurückfällt. Die beiden Rahmen sind an den Seiten, auf denen sie gleiten sollen, mit schiefen Platten aus Holz oder Metall versehen, die, wie die Abb. 132 es zeigt, nach hinten abstehen und durch Schrauben festgehalten werden. Durch diese Platten wird ein Einschneiden der Rahmenränder in den Grund verhindert. Die Reuse soll ja hauptsächlich rasch über diesen weggleiten, um die raschen und beweglichen Tiere auf dem Gewässerboden zu fangen. Ist der Grund hart und steinig, so würde der vordere Rahmen allerdings zu sehr abgehoben; Ekmann ent-

[1] **Ekmann, Sven, Neue Apparate zur qualitativen Erforschung der Bodenfauna der Seen. Internat. Rev. d. gesamt. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 3. 1910/11.**

fernt in diesem Falle die Platten an ihm. Die die beiden Rahmen verbindenden eisernen Stäbe sind in der Mitte der Rahmenschienen eingefügt, wie ebenfalls aus der Abb. 132 zu ersehen ist. Ihre Befestigung ist dieselbe wie bei der Ekmannschen Netzdredsche.

An diesem Gerät ist der Netzbeutel befestigt; dazu wählte Ekmann Stoff von ziemlich großer

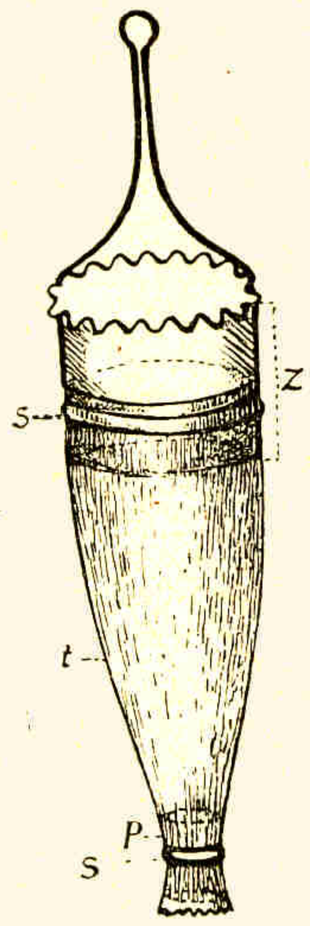


Abb. 131. Dredsche nach Blanc.

Maschenweite, z. B. für den Fang von Mysis, Gammariden u. dgl. Maschen mit 1—1,5 mm Länge. Der vordere Beutelabschnitt muß natürlich der Form des Rahmengerüstes angepaßt sein; der hintere ist kegelförmig und am Ende wie bei der Netzdredsche gebaut und ebenfalls offen. Der Beutel wird, wie die Abb. 132 es zeigt, am Rahmen- und Stabwerk des Eisengerüstes festgebunden. Am Eingang des Apparates ist eine Mündungskehle vorhanden, die durch feine, nach innen ziehende Schnüre in ihrer Lage gehalten wird und der ganzen Einrichtung das Gepräge einer Fischreuse gibt. Auch hier können eiserne Zugstäbe oder auch nur Zugleinen benutzt werden, die vorn durch einen Ring verbunden sind. Nach Ekmann sollen zwei Stäbe genügen. Am Zugring hingegen ist in Anbetracht der verhältnismäßig großen Geschwindigkeit, mit der die Reuse über den Boden hingleiten muß, ein Gewich tvon mindestens 2 kg anzuhängen. Es ist ja begreiflich, daß die Einrichtung beim Fange rasch gleiten muß, da sonst bewegliche Tiere Zeit finden würden, sich zu retten; durch das rasche Ziehen wird der Netzbeutel aber leicht vom Boden abgehoben; dies wird durch das bedeutende Gewicht am Zugringe verhindert. Netz und Gerüst wiegen nach Ekmann bei den angeführten Maßen 2,3 kg.

Während die Netzdredsche hauptsächlich kleine und kleinste sitzende (sessile) oder nur langsame Wesen einbringt, werden mit der Schleppreuse größere und rasch bewegliche Tiere erbeutet. Die beiden Geräte ergänzen sich also in vorteilhafter Weise.

Doch auch für diese Fangeinrichtung empfiehlt Ekmann in einer späteren Arbeit eine Umänderung insofern, als er den hintern Rahmen für unnötig, ja hinderlich findet; dagegen soll die Mündungskehle weiter in den Netzbeutel hineinragen, als es die Abb. 132 zeigt. Ja, er findet, daß diese Reuse ganz gut durch eine große Dredsche mit Mündungskehle zu ersetzen sei.

Für Meeresuntersuchungen hat Plate eine gute Zusammenstellung verschiedener, auch für den einzelnen beschaffbarer Dredscheformen gegeben. Ich halte mich hier hauptsächlich an seine Darstellung. Er empfiehlt folgende Formen:

1. Dreiseitige Dredschen mit gleichen Schenkeln. Diese Formen sind eigentlich die Urbilder der Samter-Weltner-Steinmannschen Dredsche des Süßwassers. Plate führt 3 Vorlagen auf, nämlich eine größere mit glattem Rahmen (Abb. 61 c), eine kleinere ebensolche (Abb. 61 e) und eine dritte mit gezacktem Rahmenrand (Abb. 61 g). Bei der großen, glattrahmigen und jener mit gezacktem Rahmen mißt jede Rahmenseite 54 cm. Von jeder Rahmenecke geht ein 80 cm langes Zugtau zum Aufhängering der Schleppleine, bezw. des Drahtseiles. Die Dredsche der Abb. 61 c ist zudem noch mit einer besonderen Einrichtung versehen; sie kann nämlich für das Auslesen der Beute auf drei 50 cm lange Eisenstäbe, wie die Abb. 61 c es zeigt, aufgerichtet werden. Die kleinere Form (Abb. 61 e) besitzt drei nach vorn gehende Eisenstangen, die etwas kürzer sind als die Rahmenschenkel und infolgedessen zur Beförderung beim Einpacken an den Rahmen gelegt werden können. Es liegt auf der Hand, daß diese 3 Dredschen auch mit sämtlichen Verbesserungen ausgerüstet werden können, die an der Samter-Weltner-Steinmannschen Vorlage angebracht worden sind. So ließe sich gerade die Form der Abb. 61 e leicht nach den An-

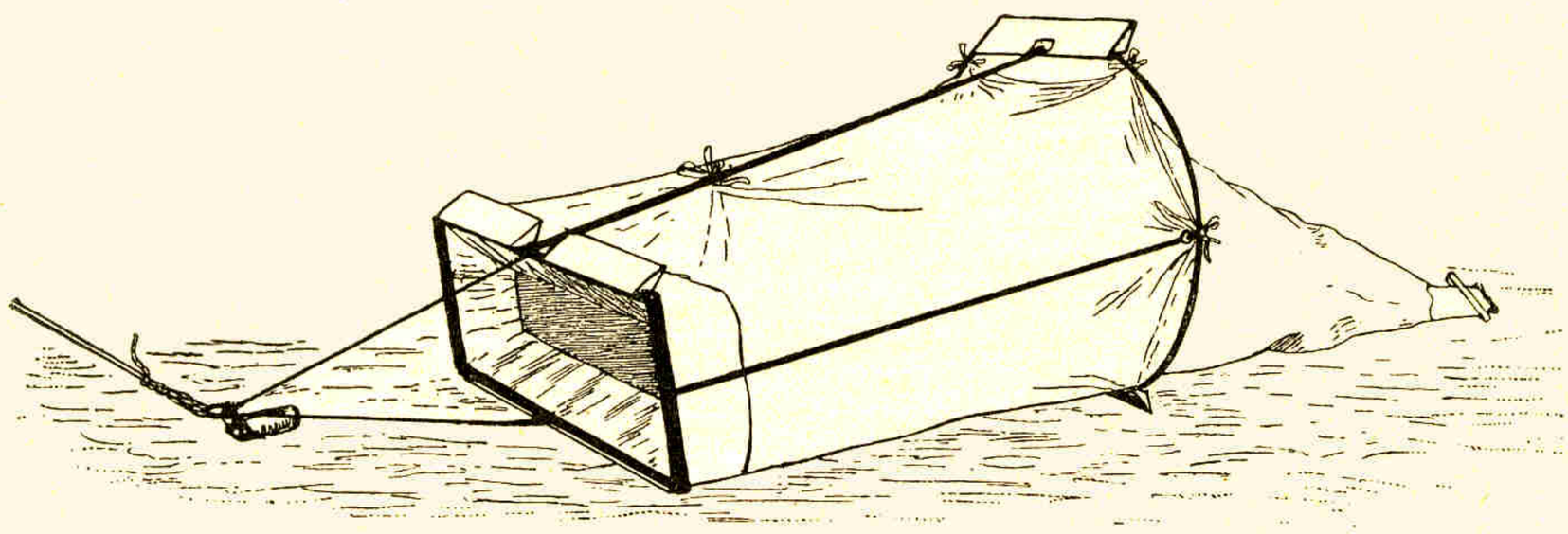


Abb. 132. Die Schleppreuse Ekmanns.
(Nach Ekmann aus Intern. Revue der gesamten Hydrogeographie und Hydrobiologie. Bd. 3. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

gaben Fehlmanns umbauen und dann der verbesserten Steinmannschen Dredsche äußerst ähnlich gestalten.

2. Dredschen mit halbrundem Rahmen. Plate gibt für ihr vorderes Ausmaß sol-

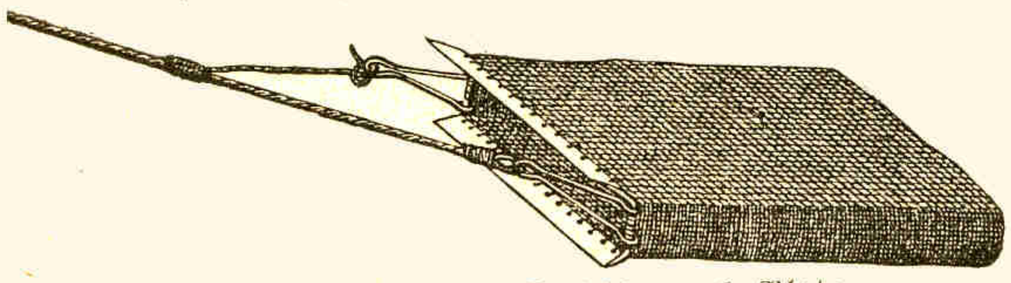


Abb. 133. Vierseitige Dredsche nach Plate.
(Nach Plate aus Neumayer, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. Bd. 2. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig.)

gende Längen an: vordere Breite 50 cm, Höhe des Bügels 35 cm (vgl. Abb. 61 d). Zwei am Grunde des Bügels angebrachte 60 cm lange Eisenstäbe sollen bewirken, daß das Netz in richtiger Lage auf den Grund gelangt.

3. Dredschen mit viereckigem Rahmen (Abb. 133). Die zwei breiten Seiten sind nach Plate 1 m, die kurzen 25 cm lang; die ersteren sind 5 cm breite Flacheisen, die letzteren 2 cm breite Rundeisen. An den Schmalseiten ist je ein 40 cm langer Eisenbügel befestigt und an diesen sind die Zugtaue festgemacht. Zum Annähen des Netzbeutels weisen die 4 Rahmenseiten am Hinterrande eine Reihe von Löchern auf.

Hierher gehören auch die sog. Scherbrettnetze; es sind Grundnetze, die hauptsächlich von Fischern gebraucht werden.

Für die Tiefsee werden als Schleppnetze heute vorzüglich die sogen. Tiefseekurren verwendet. Eine Zusammenstellung älterer Formen derartiger Geräte findet man bei Sigsbee.[1] Weiteres kann der Leser in den Berichten fast sämtlicher Tiefseeforschungsfahrten finden (vgl. das Verzeichnis auf S. 57). Die Abb. 134 gibt die Umrisse einer auf der Plankton-Expedition benutzten Tiefseekurre wieder.

Die Dredsche mit gezacktem Rahmenrand soll sich auch gut zur Aufnahme von Pflanzen eignen.[2]

Je nach der Größe und Beschaffenheit der Dredschen hat man auch die Schleppleinen zu wählen. Ihre Auswahl ist äußerst wichtig, da von ihrer Beschaffenheit unter Umständen der Verlust des Gerätes abhängt. Bezüglich der anzuwendenden Zugleinen und -seile verweisen wir auf das S. 31 Gesagte, wo auch Haspel und kleine Winden beschrieben sind.

Im allgemeinen muß beim Dredschen etwa dreimal soviel Leine oder Seil ausgegeben werden, als die abzufischende Tiefe beträgt, also bei 100 m Tiefe z. B. etwa 300 m Leine.

Für das Ausführen von Dredschefängen gibt ebenfalls Plate einige Winke, die hier wiederholt werden sollen. Schon bei verhältnismäßig kleinen Dredschen sind zur Fortbewegung beträchtliche Kräfte nötig. Ein einzelner Ruderer wird nur kleine Netze und auf günstigen, verhältnismäßig wenig tiefem Grund zu schleppen vermögen. Meist sind auch für kleine und mittelgroße Dredschen mindestens zwei Ruderer nötig. Plate erwähnt, daß man auf dem Meere mindestens auf ein Segelboot angewiesen sei; aber dieses biete auch manche Nachteile, da sich z. B. die Geschwindigkeit nicht nach Wunsch regeln lasse, genaue Kenntnis des Untergrundes nötig sei, da ein in Fahrt befindliches Segelboot sich nicht schnell anhalten lasse, wie dies z. B. auf steinigem Grunde nötig sein kann usw.

Ein Kraftboot oder eine Dampfbarkasse ist daher nach Plate das Wünschenswerteste. Heute sind solche Boote tatsächlich auch auf allen größeren Seen, wo beträchtliche Tiefen abzudredschen sind und an den meisten Hafenorten der Küsten leihweise zu haben. Nach demselben Forscher wird dabei am besten nicht unmittelbar vom Kraftboot aus gedredscht, sondern

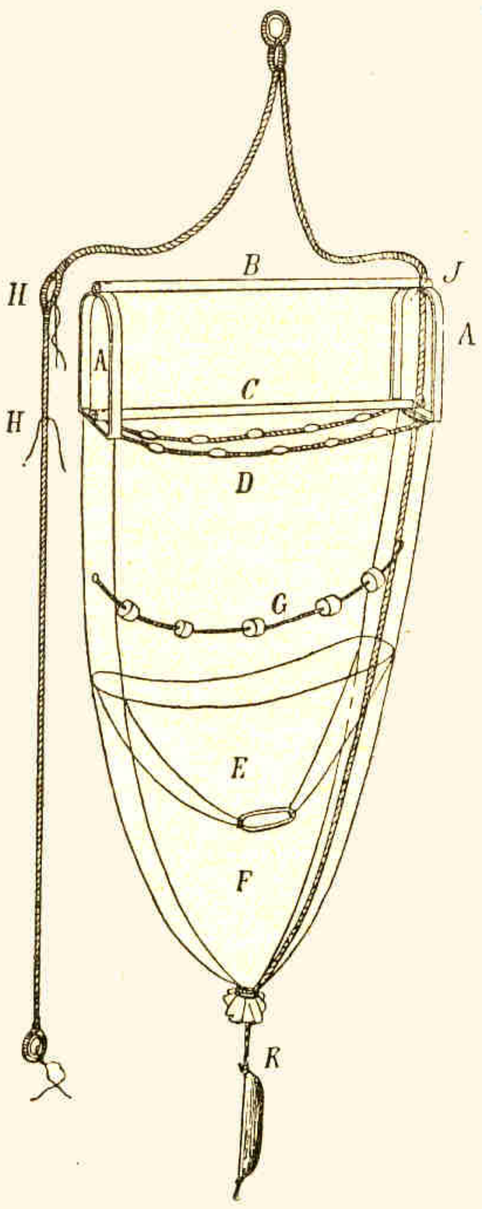


Abb. 134. Tiefsee-Kurre von Agassiz und Sigsbee.
(Nach Hensen.)
A der eiserne Schlitten (Länge rund 1,2 m, Tiefe 0,75 m, Breite 0,08 m, Metalldicke 12—13 mm). — B Vorderer Balken (aus Gasleitungsrohr, Länge 3 m, Durchmesser 50 mm, Metalldicke 5 mm). — C Hinterer Balken (wie der vordere; Befestigungsbolzen 19 mm). — D Seil am vorderen Netzrand, mit Bleistücken beschwert. — E Sog. Falla durch einige nicht eingezeichnete Drähte am hinteren Netzrande befestigt, aus 15-strängiger Baumwolle mit 12,7 mm Maschenweite bestehend. — F Netzbeutel, aus 21-strängigem Baumwollgewebe mit 25,4 mm Maschenweite bestehend; Länge des Beutels 4,575 m. Außen an der Längsseite des Netzes geht das Zugseil bis zum Ende des Beutels. Auf der Abbildung ist es rechts schon befestigt, links nicht. Bei H, H Schnüre zur Befestigung des Seils am Schlitten; bei zu starker Belastung reißen sie und das Netz wird dann hinten, also umgekehrt hochgezogen. — K Belastungsgewicht (sog. Monakosche Olive). — G Mit Korkstücken versehenes Seil, das jeweils die obere Wand heben soll; es soll entbehrlich sein oder zweckmäßiger mit Schwabbern zum Fange kleiner Tiere versehen werden. Agassiz überzieht den hintern Teil des Beutels bei F noch mit einem engern Netz. Decke und Boden des Beutels werden außen noch mit einem Schutznetz überzogen.

von einem Ruderboot, das in ungefähr 2 m Abstand von jenem geschleppt wird. Der Grund liegt darin, daß ein etwaiges Verwickeln des Taues in die Schiffsschraube unmöglich wird und für das Verstauen von Gläsern, Eimern usw. bedeutend mehr

[1] Deep Sea Sounding and Dredging. Washington. 1880.
[2] Eine Dredsche mit auswechselbaren Messern hat C. Saint-Hilaire beschrieben: Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 2. S. 449.

Platz zur Verfügung steht. Vor dem Niederlassen der Dredsche wird die Tiefe gemessen und, wie oben bemerkt, nun dreimal soviel Leine mit der Dredsche ausgegeben, während das Boot langsam anfährt. Der bekannte Jenenser Zoologe will dabei die besten Ergebnisse gehabt haben, wenn das Netz sich etwas hüpfend, in kurzen Sprüngen über den Boden bewegte; bei einfachem Hinziehen über den Boden fülle es sich zu schnell mit Sand und Schlick und sei dann arm an Lebewesen. Das trifft nach meinen Erfahrungen tatsächlich auch zu.

Es kommt nun recht oft vor, daß das Netz sich an einem Felsen, großen Stein oder einem sonstigen Hindernis festklemmt; in diesem Falle gibt man sofort noch so lange Leine zu, bis das Boot hält, fährt dann bis über jene Stelle zurück, wo das Netz festsitzt und windet gleichzeitig auf. Meist wird es so gelingen, die Dredsche frei zu bekommen. Für ganz schwierigen Grund empfiehlt Plate ein Seil mit einer Korkboje am äußersten Hinterende des Netzbeutels anzubringen; wenn nötig, kann man daran ziehen und so die Dredsche frei bekommen. Ein weiteres Mittel, um das eingeklemmte Netz zu lösen, besteht nach demselben Forscher darin, für die 3 Zugtaue einen dünnen und zwei dicke Stricke zu verwenden. Wenn dann der dünne reißt, so wird durch die beiden andern ein anders gerichteter Zug ausgeübt, und die Dredsche wird frei.

Für den Fall, daß kein Kraftboot zur Verfügung steht, oder infolge Windstille ein Segelboot nicht zu benutzen ist und man sich mit einem Ruderboot zum Dredschen begnügen muß, empfiehlt Plate, das Schleppnetz auszuwerfen und dann soweit weg zu rudern, als die Länge der Zugleine bezw. des Zugdrahtes es erlauben, dann das Boot zu verankern und das Netz einzuholen. Plate weist darauf hin, daß man auf diese Weise auch vom Lande aus oder von großen in Häfen verankerten Schiffen den Grund abdredschen könne. Ist bei Dredschefängen die Fangtiefe nicht bekannt, so läßt sie sich annäherungsweise leicht auf folgende Art bestimmen: Erachtet man den Fang für genügend, so soll ans Aufziehen gegangen werden. Dabei geschieht folgendes: Das Boot wird zum Aufziehen zuerst langsam an eine Stelle zurückgleiten, die mehr oder weniger senkrecht über der noch im Grundschlamm steckenden Dredsche liegt. Plötzlich reißt sich letztere durch den Zug los; dies macht sich im Boot deutlich durch einen kleinen Ruck bemerkbar. Diejenige Seilstelle, die in diesem Augenblick die Wasseroberfläche berührt, wird uns in den meisten Fällen die Fangtiefe mit genügender Genauigkeit angeben.

2. Reusen- oder Fangkörbe.

Die Reusen sind nichts anderes als eine Art Fangfalle für die Wassertiere; sie werden mit einem Köder versenkt, einige Zeit in der Tiefe gelassen und dann wieder hochgezogen, meist mit recht schöner Beute. Die Vorrichtung ist derart, daß allerhand bewegliche Tiere (Fische, Krebse, Tintenfische usw.) durch den Köder angelockt, in einen Fangkasten oder Korb schlüpfen, aber nachher nicht mehr entweichen können. Reusen können die verschiedenste Form haben. Hauptsache ist, daß eine oder mehrere trichterförmige Öffnungen das Eintreten erlauben, aber infolge ihrer inneren, engen Mündung den Austritt verhindern. Die auf Abb. 61 a dargestellte Reuse hat Kistenform; deutlich ist der nach innen führende Eingangstrichter zu erkennen. Das auf der Abb. 61 a auf den Boden herunterhängende Tau ist mit vielen Schwimmkorken versehen. Dadurch treibt eine große Strecke desselben auf der Meeresoberfläche und kann dann besser wieder aufgefunden werden. Die Form ist als sogen. Helgoländer Fischkasten bekannt. Wie Plate ausführt, läßt sich jeder alte Korb oder Kasten als Reuse verwenden; er ist zu diesem Zwecke mit einigen Trichterlöchern aus Zinkdrahtgeflecht zu versehen und mit Steinen beschwert zu versenken; ein etwa vorhandener Deckel erleichtert die Entnahme der Beute. Auch sog. Aalkörbe sind sehr bequem. Plate schreibt übrigens folgendes über diesen Gegenstand: „Da in den Hafenstädten fast überall Zinkdrahtgitter, wie solches für Geflügelhöfe gebraucht wird, zu kaufen ist, habe ich mir auf meinen Reisen stets eine Anzahl zylindrischer Fangkörbe, die ineinandergesteckt werden konnten, selbst gemacht. Jeder wird durch 3 Eisenringe gestützt und erhält ein oder zwei abnehmbare Trichter-

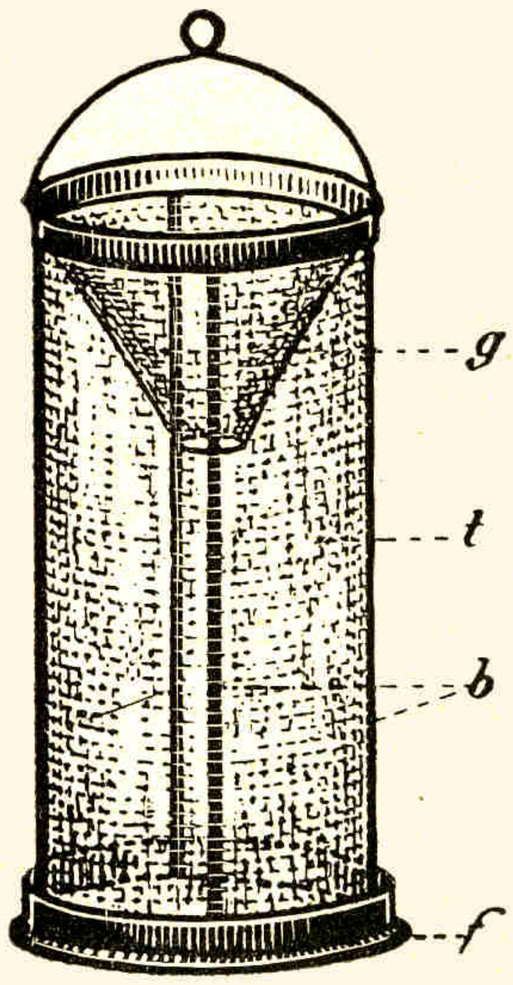


Abb. 135. Metallreuse nach Blanc.

eingänge. Durch den mittlern Ring wird ein Draht oder Strick gespannt, welcher einen Angelhaken zur Aufnahme des Köders in der Mitte trägt. Alte Fischköpfe, zerschlagene Krabben und dgl. dienen zum Anlocken der Beute. Hummer, Krabben, Seesterne und manche andere Geschöpfe lassen sich fangen, wenn ein nicht zu engmaschiges Netz so in einem eisernen Ring ausgespannt wird, daß es einen ganz flachen Beutel bildet, in dessen Mitte der Köder angebracht wird. 3 Stricke gehen von dem Ringe aus und vereinigen sich in einem Punkte, so daß der Ring horizontal herabgelassen und heraufgezogen werden kann. Das letztere muß möglichst rasch geschehen, damit die Tiere nicht entwischen. Von derartigen Reusen und Fallen lege man etwa ein Dutzend in geringer Entfernung voneinander und in einer Linie aus, um die erste zu revidieren, nachdem die letzte gelegt worden ist. Nur an menschenleeren Orten kann man sie längere Zeit (eine Nacht) unbeaufsichtigt lassen. An einer Küste mit Fischerbevölkerung werden sie sonst unfehlbar gestohlen, da der fremde Naturforscher stets mit Mißtrauen behandelt wird."

Diese Darlegungen Plates sind für den Meeresforscher geschrieben, sie lassen sich aber zum größten Teil auch im Süßwasser anwenden.

Vor nicht langer Zeit hat Blanc eine Metallreuse vornehmlich für den Gebrauch im

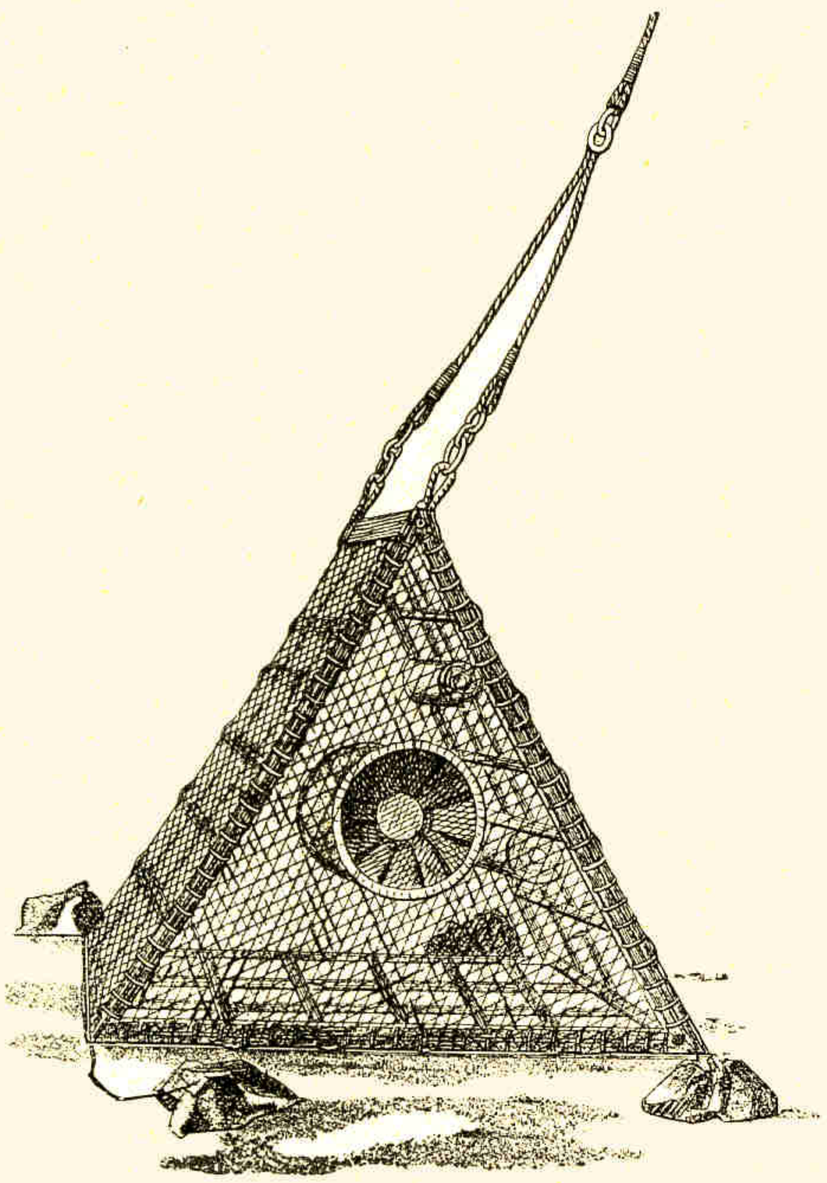


Abb. 136. Monacos Tiefsee-Reuse (nach Hensen). Hauptgewebe weitmaschig; rechts in der Hauptreuse zwei kleinere röhrenförmige Reusen aus engerem Gewebe. (Aus Hensen, Ergebnisse der Plankton-Expedition, Bd. I.)

Süßwasser beschrieben. Diese Reuse hat die Form eines Zylinders; 4 Metallstäbe werden, wie die Abb. 135 es zeigt, an den Enden mit einem Metallring verbunden und das Ganze mit einem engen Drahtgeflecht so überzogen, daß ein Hohlzylinder entsteht. Vorn wird ein aus demselben Geflecht bestehender Kegel in der auf Abb. 135 dargestellten Art eingelötet, so daß der Kegel mit der engen Öffnung in den Zylinderhohlraum hineinragt. Der Boden der Reuse besteht aus einem Metallring und darüber gespanntem Drahtgeflecht und ist so eingerichtet, daß man ihn leicht abnehmen kann. Vor dem Versenken wird die Reuse mit alten Lappen, Baumwollfasern usw. gefüllt und zwischen letztere werden Küchenabfälle, Salatreste, Stücke toter Fischer usw. gesteckt.[1]

Es können auch mehrere solcher Reusen miteinander versenkt werden, z. B. so, daß zwei Traghölzer kreuzweise übereinander genagelt werden und nun jedes Holzende mit einer solchen Reuse besteckt wird. Das Tragholz oder die einzelne Reuse wird durch ein Seil mit einer auf der Oberfläche schwimmenden Boje verbunden.

Auf den großen Tiefsee-Forschungsfahrten werden natürlich ganz große Reusen gebraucht. Eine solche ist auf Abb. 136 dargestellt; sie soll mindestens 6 Stunden auf dem Grunde liegen. Das Seil wird an einer Boje befestigt. Natürlich muß sich der Dampfer bis zur Zeit des Einholens des Fanggerätes in dessen Nähe aufhalten, um die Boje zu überwachen und nicht zu verlieren. Daß solche Reusen sehr gut arbeiten, mag folgende Angabe erweisen: Der Fürst von Monaco versenkte im Juli 1898 westlich der Lofoten eine große Reuse mit 50 toten Heringen für 24 Stunden auf den Meeresboden in 1095 m Tiefe bei 0,8° C. Nach dem Aufziehen ergab sich, daß alle Fische vollständig skelettiert worden waren. In der Reuse aber befanden sich Tausende von Flohkrebsen.

Forel hat Fangvorrichtungen aus Wergbüscheln benutzt. Nach Zschokke soll das Verfahren brauchbar sein. Der Letztere versenkte im Vierwaldstätter See auf 24—48 Stunden derartige mit Ködern versehene Wergbüschel; von 33 solchen Fängen lieferten ihm 6 keine Tiere. Immerhin soll sich das Verfahren nur für geringe Tiefen (höchstens 50 m) eignen.

3. Die Schwabber (Quasten).

Die Schwabber sind sehr einfache Geräte, die in ursprünglicher Form ausschließlich zur Meeresfischerei benutzt wurden. Sie lassen sich auch für das wissenschaftliche Sammeln gut gebrauchen. Plate verwendet Schwabber (Abb. 61 b), die aus einem Bündel 70 cm langer Hanffasern bestehen und an einer Tauschlinge befestigt sind. Zur Beförderung und zum Übertragen werden aber die Fasern zweckmäßig zu Zöpfen geflochten, wie es die Abb. 61 b zeigt. Zum Gebrauch werden sie wieder gelöst und bilden auseinandergewickelt ein Bündel Fäden, die von der Halteschlinge locker herabfallen. Vier oder fünf dieser Bündel werden nach Plate an einem Senkgewicht (Stein, Eisenstück usw.) ringsherum be-

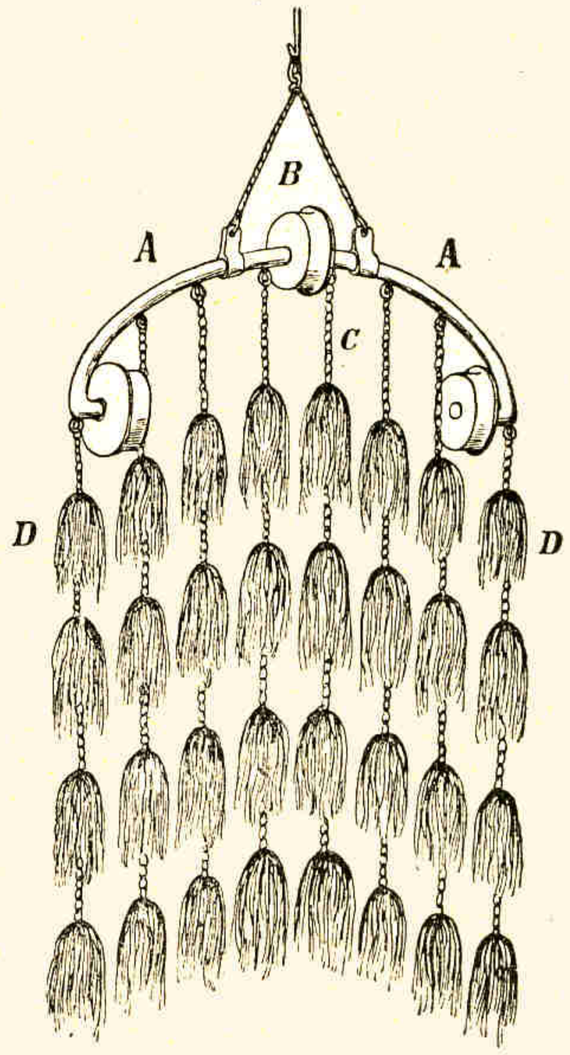


Abb. 137. Agassiz' Schwabber-Balken in der von Hensen auf der Plankton-Expedition gebrauchten Form (Nach Hensen.) A Balken, B Räder, C Ketten zum Befestigen der Hanffaserbündel (D).
(Aus Hensen, Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. I.)

festigt und an einem Tag versenkt. Das Gewicht kommt zuerst auf den Grund; die Hanffasern aber breiten sich allseitig flach aus und wickeln sich um alle möglichen auf dem Grunde liegenden Gegenstände mit rauher Oberfläche. Damit dies ja recht aus-

[1] Auch künstliche Lichtquellen werden zum Anlocken von Tieren in die Reusen gesteckt.

giebig geschieht, wird das Gerät zweckmäßig über derselben Stelle leicht gehoben und gesenkt und schließlich eingeholt. Plate hat auf diese Weise bei der Insel Juan Fernandez Tausende größere und kleinere Steine mit einer reichen Lebewelt an die

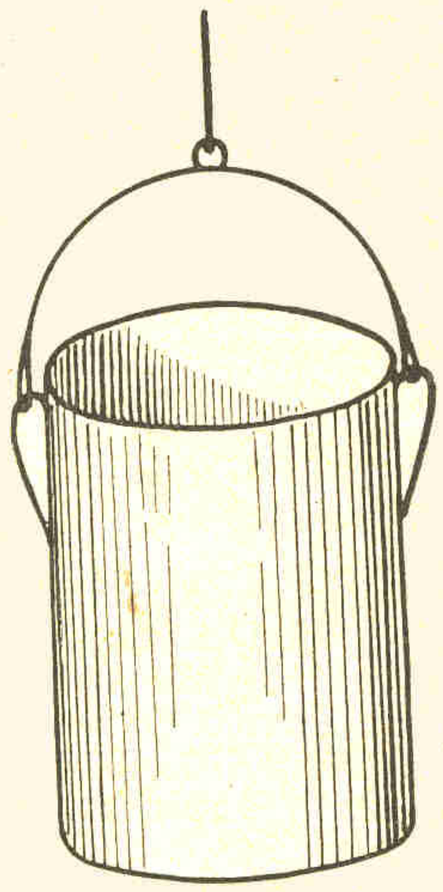


Abb. 138. Schlammschöpfer.

Oberfläche gebracht. Bei etwa vorhandener Strömung ist ein Abtreiben des Bootes durch entsprechendes Gegenrudern zu verhindern. Schwabber sind überall zu verwenden, wo ein zerklüfteter Grund den Gebrauch von Dredschen unmöglich macht. Für steil abfallende Felswände empfiehlt Plate, die Hanffasern zu einem rundlichen Paket zu ballen, so an die Spitze einer Stange zu befestigen und zum Absuchen der Steilwände zu gebrauchen.

Für die Tiefsee werden größere Schwabber, sog. Schwabberbalken, gebraucht, bei denen die Zahl der Hanffaserbündel viel größer ist. Der Bau des Gerätes ist aus der Abb. 137 ersichtlich. Maße: Sehne des Balkens 1,5 m, Länge der Schwabber 0,9 m, Durchmesser der Räder 0,3 m. Länge der Ketten 4,5 m.

Tanner hat einen Balken von der Form eines Winkels, aber ohne Räder benutzt.

Es liegt auf der Hand, daß sich Schwabber auch zusammen mit Dredschen verwenden lassen. Sie werden in diesem Falle ihnen am besten hinten angefügt. Sogenannte .rechteckige Dredschen sind dafür am geeignetsten. An den Sack wird dann hinten ein Stab befestigt und an diesem die Schwabber festgebunden. Eine derartig ausgerüstete Dredsche wurde schon in den Jahren 1868—69—70 von Wyville Thomson[1] auf den Fahrten der „Porcupine" und der „Lightning" mit gutem Erfolg benutzt. Chun erwähnt, daß auf der Deutschen Tiefsee-Expedition am großen Trawl seitlich Schwabber angebracht worden waren.

4. Die Grund- oder Schlammschöpfer.

Zur Untersuchung von kleinen und kleinsten Lebewesen des Grundes ist oft nur nötig, eine größere oder kleinere Schlammasse zu schöpfen. Das kann meist mit recht einfachen Mitteln erreicht werden, namentlich dann, wenn es sich um verhältnismäßig geringe Tiefen handelt. In unsern Süßwasserseen wurde schon von Forel ein höchst einfaches Gerät benutzt, nämlich ein Schlammschöpfer von einfacher Kesselform (Abb. 138). Forel nannte das Gerät Metalldredsche. Es ist ein Kessel aus Zink mit ovalem Querschnitt und von etwa 2 Liter Inhalt. Der obere Rand ist scharf und etwas nach außen gebogen. Der Henkel besteht aus festem Eisendraht; er hat in der Mitte einen Ring, an den die Leine geknüpft wird, die in 3—4 m Entfernung von der Knüpfstelle ein Gewicht trägt, dessen Größe man je nach der Tiefe ändert. Für geringere Tiefen genügt ein Gewicht von ½—1 kg, für größere Tiefen wählt man Gewichte bis zu 6 kg. Natürlich tut jeder Stein oder irgend ein anderer schwerer Körper denselben Dienst, nur sorge man für gute Befestigung.

Derartige größere oder kleinere Schöpfkessel sind an den meisten hydrobiologischen Forschungsstätten in Gebrauch; die Form kann dabei recht verschieden sein; sie spielt eine geringe Rolle, wenn nur der Kessel schwer genug ist und die Beschwerung so angebracht wird, daß er gut in den Schlamm greift.

Der Schlammheber nach Kolkwitz (Abb. 139) ist ein zylindrisches Metallgefäß von 4,5 cm Durchmesser, 15,5 cm Länge und etwa 250 ccm Inhalt. Vorn an den beiden, messingenen Tragketten, dicht unterhalb des Tragringes für die Zugleine findet sich eine lackierte Kugel, die als Vorgewicht wirkt und den Schrägzug der Leine für das Gefäß zu einem wagrechten Zug umwandelt. Drei feine, nahe dem Boden des Gefäßes angebrachte Öffnungen sollen das Wasser ausfließen lassen; da sie sich aber meist verstopfen, können sie auch weggelassen werden. Dieses Gerät eignet sich für alle jene Untersuchungen, wo nur kleine Schlammengen

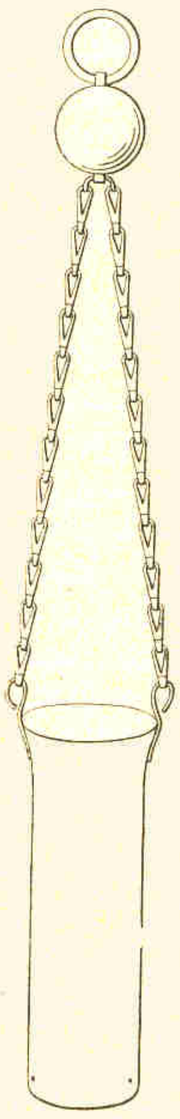


Abb. 139. Der Schlammheber nach Kolkwitz.

nötig sind; bei Diatomeensammlern soll er nach Kolkwitz schon lange im Gebrauch sein.

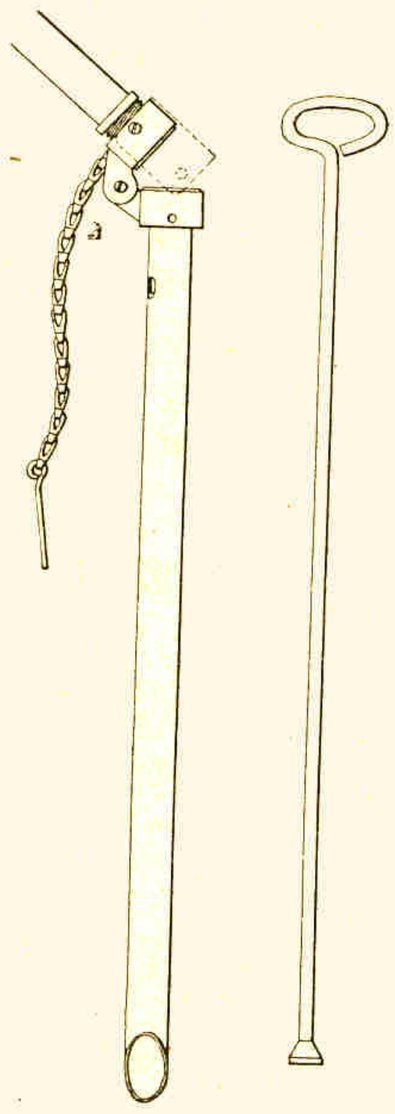
Als Grundschöpfer werden übrigens schon seit langer Zeit die Tiefenlote gebraucht. Fast sämtliche Formen sind so gebaut, daß sie eine kleine

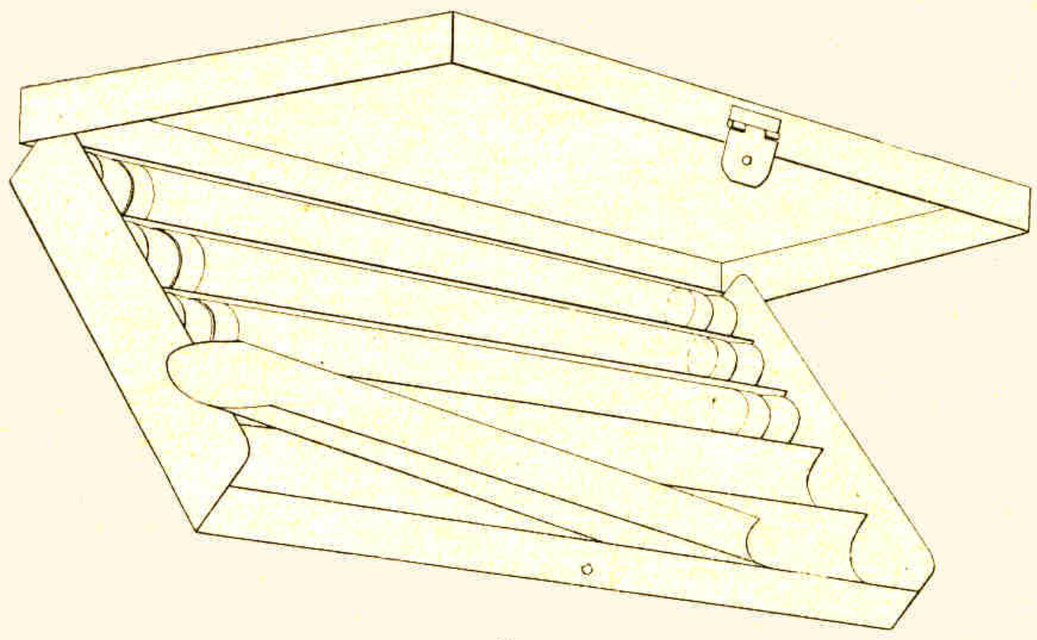
[1] The Dephths of the sea. An account of the general results of the Dredging cruises of H. M. SS. „Procuipine a. Lightning" during the summers of 1868, 1869 a. 1870. London 1874.

Grundprobe mit emporbringen. Die sogen. Handlote bringen allerdings nur äußerst kleine Mengen davon in ihrer mit Talg ausgestrichenen Höhlung herauf (vergl. die Ausführungen auf S. 38 u. ff. und die dort beschriebenen und abgebildeten Tiefseelote).

Das auf Abb. 18 S. 36 dargestellte Lot wurde von Kolkwitz geradezu als Schlammschöpfer benutzt und infolgedessen als Schlammlot bezeichnet. Die 35 cm hohe Stange, der Hohlkegel unten und der verschiebbare Deckel bestehen aus schwarzlackiertem Eisen, die Kugel aber aus Blei. Der Deckel bleibt beim Eindringen des Lotes in den Grundschlamm meist an dessen Oberfläche liegen und schließt erst beim Einholen den Hohlkegel wieder; dieser faßt ungefähr 60—70 ccm Schlamm; das Gewicht des Gerätes beträgt 2,1 kg.

Kolkwitz bemerkt, daß das Gewicht der Bleikugel auch auf den Hohlkegel verteilt werden könne





a b c

Abb. 140. Links Kolkwitz' Schlammstecher für geringe Tiefen, rechts Kasten mit Schlammaufbewahrungsröhren. a Schlammstecher, b Schieber zum Herausstoßen des Schlammpfropfes, c Kasten mit Spatel und Schlammaufbewahrungsröhren. (Nach Kolkwitz.)

und erstere dann in Wegfall komme. Auf Sandboden soll diese Form des Gerätes allerdings nichts heraufzubefördern vermögen.

In umfangreicher Weise hat Einar Naumann[1] im Süßwasser verschiedene Lotformen zum Schöpfen von Bodenproben herangezogen. Es handelt sich bei seinen Geräten um Becherlote, die den auf S. 36 abgebildeten Formen ähnlich sind. Die Abb. 141 geben mehrere Bauformen wieder. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß diese Lote je nach der Beschaffenheit des Grundes (hart, weich, sandig, mulmig, schlickig usw.) verschiedene Form haben müssen. Man vergleiche die Abb. 141 und die Erläuterungen dazu.

[1] Om Protagning av Botten-Gyttor vid Djuplodning, in: Meddelande fran Aneboda Biologiska Station. Bd. 18. 1916.

Undersökningar öfver Fytoplankton och under den Pelagiska Regionen försigaende Gyttje-och Dybildningar inom vissa Syd - och Mellansvenska Urbergsvatten, in: Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd. 56. 1917.

Auf lockerem, sandigem, kiesigem oder steinigem Grund ist es mit Loten sehr schwer, reichliche Proben zu erhalten, da diese beim Aufholen trotz Verschlußkappe wieder herausfallen; auch Schnapplote genügen vielfach nicht. Thoulet hat deshalb empfohlen, in diesen Fällen sich eines kleinen Dredschesackes zu bedienen, der auf dem Grunde eine kurze Strecke geschleppt wird. Ein äußerer geknoteter Sack ist als Schutzhülle über den inneren anzubringen, für letzteren hat man ein Gewebe zu wählen, welches das Wasser hindurchfließen läßt, ohne daß aber die feinen Schlammteilchen in großem Maße weggeschwemmt werden.

Für ozeanische Tiefen von über 1000 m ist auch die Gewinnung von Bodenproben mit Loten eine umständliche Sache, da, wie auf S. 33 u. ff. ausgeführt wurde, dazu ganze Getriebe, wie Dampfwinden usw. nötig sind.

In noch besserer Art als die erwähnten Lotformen vermögen sog. Schlammröhren und Schlammstecher Grundproben hochzubringen. Sie haben dazu noch den Vorteil, daß der Schlamm in natürlicher Schichtung und Lagerung untersucht werden kann. Derartige Schlammstecher sind in der Meeresforschung schon längere Zeit im Gebrauch. Für das Süßwasser scheinen sie neuerdings auch in umfangreicherer Art zur Anwendung zu kommen.

An erster Stelle sollen hier die sogen. Bachmannschen Schlammröhren (nach dem Bakteriologen der Deutschen Tiefsee-Expedition benannt) aufgeführt werden (Abb. 142). Sie sind sehr einfach gebaut und in jeder Tiefe zu verwenden. Schott[1] beschreibt sie wie folgt: „Ein Stück Gasrohr a — je nach der erwarteten Konsistenz des Meeresgrundes wählt man den Durchmesser und die Länge aus, wir hatten zahlreiche Röhren, deren Länge von 12—40 cm und deren Durchmesser von 14—28 mm schwankte — wird an dem einen Ende schräg abgeschnitten, an dem andern wird ein einschraubbares Verschlußstück b angebracht, welches wiederum aus einem natürlich nur wenig engeren und kürzeren Stück Gasrohr besteht. Dies Verschlußstück ist oben offen, trägt aber unten bei e eine feste Verschlußscheibe, die ihrerseits nur ein kleines, kreisrundes Loch c aufweist. Auf der Scheibe e liegt lose und frei eine Kugel d, deren Durchmesser etwas größer als der des Loches c ist. Damit die Kugel bei dem Hantieren mit der Lotröhre nach oben nicht herausfallen kann, ist ein Metall-

[1] Siehe Seite 28. 1902.

stift f quer über der Kugel durch die Seiten des Verschlußstückes wagrecht geführt. Der obere Teil des Gewindes von b dient zum Befestigen an dem eigentlichen Lot. Bei dem Abwärtsgehen der Lotröhren durch das Wasser wird die Kugel d durch

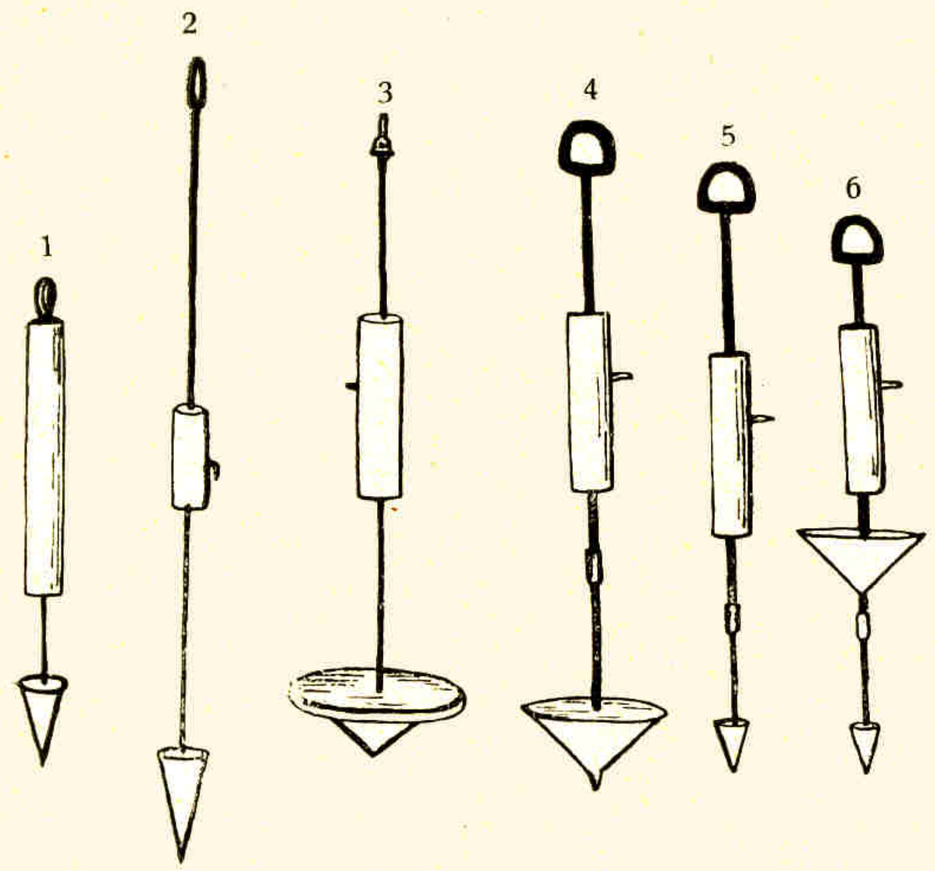


Abb. 141. Lotgeräte nach Einar Naumann.

1. Lot mit kleinem Becher für Arbeiten auf härterem Boden (Sand, Kies, Lehm usw.). Durchmesser des Becherdeckels 3—3,5 cm. 2. Lot mit Deckeldurchmesser von 6—7 cm für weicheren Grund. 3. Lot mit 13—14 cm Deckeldurchmesser, für weicheren Grund und überhaupt zur Entnahme von oberflächlicher Gyttia. 4—6 Zusammensetzbare Lotformen. Die Lotstange ist mit einem Schraubengewinde versehen, so daß verschiedene Becher je nach der Beschaffenheit des Grundes angesetzt werden können: 4 für Arbeiten auf lockerem, 5 auf härterem Boden; 6 entnimmt gleichzeitig aus tieferen und oberflächlichen Grundschichten Proben hoch.

Bemerkungen. Die Lotstange ist nach Einar Naumann eine gewöhnliche Stahlstange von ungefähr 1 cm Durchmesser; die Becher und ihre Deckel sind aus nicht rostendem Material herzustellen. Nr. 1 ist ungefähr 25 bis 30, Nr. 2 = 90, Nr. 3 = 60, Nr. 4 = 60, Nr. 5 = 60, Nr. 6 = 50 cm lang.

das von unten andrängende Wasser gehoben (in die auf der Abb. 142 dargestellte Lage), das Wasser kann frei durch die Röhre hindurchfließen. Ist die Röhre am Meeresgrund angelangt, und mit Schlamm von unten bis oben gefüllt, so drückt bei dem Einwinden des Lotes das Wasser die Kugel fest auf die Öffnung c; hierdurch wird ein Durchspülen der Röhre mit Wasser sicher verhütet. Die Grundprobe kommt unbeschädigt zur Oberfläche herauf, höchstens am unteren Ende bei g sind einige Millimeter Schlammhöhe weggespült; man schraubt das Verschlußstück b ab und schiebt mittels eines passenden hölzernen oder metallenen Stempels die Bodenprobe wie eine Wurst aus ihrer Haut heraus und erhält ein klares Profil des Meeresbodens von 10—30 cm oder mehr Länge, je nach der Länge der benutzten Röhren.

Diese Röhren wurden einer einfachen Spindel von 50—55 mm Durchmesser und etwa 60 cm Länge angesetzt. Über diese kommt naturgemäß das Sinkgewicht (vgl. Abb. 19 u. 19a S. 37), das je nach der Tiefe größer oder kleiner zu wählen ist. Für die Aufhängung desselben empfiehlt Schott die Sigsbeesche Auslösevorrichtung. Die Bachmannschen[1] Röhren können aus gewöhnlichen Gasleitungsröhren hergestellt werden. Damit bei ihrem Gebrauch die Schichtung des Grundes noch besser zu erkennen sei, ist nach Krümmel eine doppelte Röhre zu benutzen; die innere ist der Länge nach halbiert und wird zusammengebunden in die äußere eingeschoben, die so gewissermaßen als Schutzhülse dient. Nach dem Aufholen wird die Schutzröhre abgestreift und die innere in ihre Hälften auseinander gelegt. Mit entsprechend schweren Gewichten (bis zu 35 kg) soll die Länge dieser Röhren für weiche Böden für Tiefseelotungen bis zu 80 cm gesteigert werden können.

Eine Verbindung des Sigsbee-Lotes mit den sogen. Bachmannschen Röhren ist in einer weiteren vervollkommneten Form von Kolkwitz beschrieben worden (vgl. Abb. 143). Sie stammt aus der Werkstätte der deutschen Seewarte in Hamburg und ist dort zu beziehen. Das Eigengewicht des Gerätes beträgt je nach der Röhrenlänge 2,5—3 kg, das Lotgewicht 15 kg. Es gleitet pfeilschnell in die Tiefe und dringt meist bis zur Sand- oder Tonschicht in den Grund, weshalb der ausgestanzte Pfropf beim Aufziehen gut stecken bleibt. Der Kopf des Lotes ist ungefähr 6 cm weit und faßt etwa 1 Liter; nach unten ist dieser Kopfteil durch einen Kugelverschluß abgeschlossen, so daß gleichzeitig eine Wasserprobe vom Grunde heraufbefördert wird.

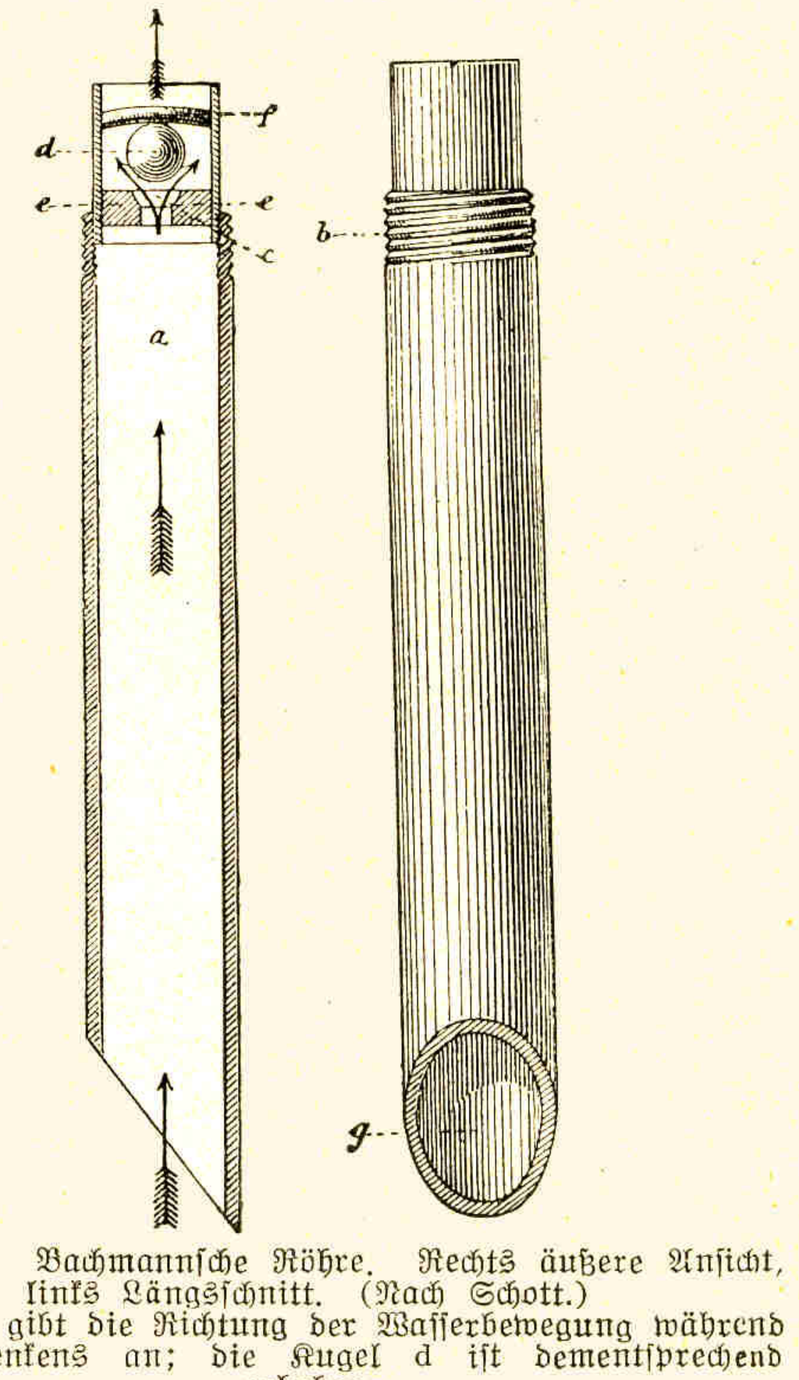


Abb. 142. Bachmannsche Röhre. Rechts äußere Ansicht, links Längsschnitt. (Nach Schott.)

Der Pfeil gibt die Richtung der Wasserbewegung während des Versenkens an; die Kugel d ist dementsprechend gehoben.

Eine von der Deutschen Seewarte in Hamburg bezogene Form des Schlammstechers hat Kolkwitz[1] etwas abgeändert (Abb. 140). Er besteht aus einem

[1] Muster sind vom Feinschlosser der deutschen Seewarte in Hamburg zu beziehen.

[1] Kolkwitz, Zur Biologie der Talsperren, insbesondere der Eschbachtalsperre bei Remscheid. Mitteil. a. d. K. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Heft 15. 1911.

55 cm langen und 1,5—1,7 cm dicken Messingrohr von 2 cm lichter Weite und wird zum Schlammstechen in geringen Tiefen benutzt. Das untere Ende ist abgeschrägt; Gewicht etwa 0,9 kg. Für geringe Tiefen werden bis zu 5 oder 6 Meterstücke aus Messingrohr von 1,25 kg Gewicht dem eigentlichen Schlammstecher aufgeschraubt; sie dienen als Gestänge. Das ganze Gerät wird langsam in den Grund gestoßen und zwar bis zu der meist vorhandenen Sand- oder Tonschicht. Wird nun das Röhrensystem gehoben, so bleibt der herausgestanzte Schlammpfropf durch die unten verschließende Sand- oder Tonschicht im Rohr; das über dem Schlamm gelagerte Wasser kann durch ein seitliches Loch (siehe Abb. 140) ausfließen.

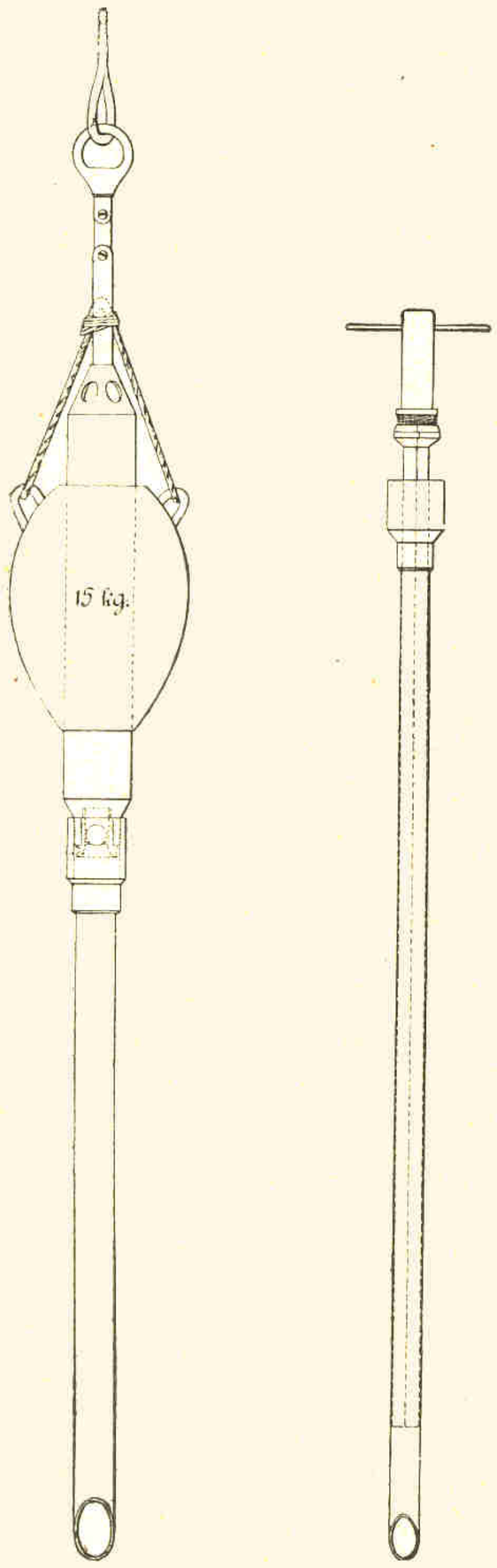


Abb. 143. Schlammstecher in Form eines Sigsbee-Lotes. Rechts ein längeres Schlammrohr mit herausziehbarem und aufklappbarem Innenrohr. (Nach Kolkwitz.)

In das etwa 3 cm weite Schlammrohr kann ein 2 cm weites Innenrohr, das sich der Länge nach aufklappen läßt, eingeschoben sein. Dadurch wird die Entnahme des Schlammpfropfens bedeutend erleichtert; ein Griff oben ermöglicht das bequeme Herausziehen dieses Innenrohres (Abb. 143 rechts). Um den Schlammpfropf aus der Röhre zu nehmen, wird, wie die Abb. 140a es zeigt, der untere Röhrenteil zur Seite geschoben und dann mit dem ebenfalls abgebildeten Schieber (Abb. 140b) der Pfropf herausgestoßen und zwar am zweckmäßigsten auf eine in Abb. 140c dargestellten Blechspatel. Soll der Pfropf aber als Probe aufgespart werden, so wird er nach Kolkwitz in gläserne, 2,3 cm weite Röhren gebracht, die zweckmäßig zu mehreren Stücken in einem mit Filz ausgefütterten Zinkblechkasten aufbewahrt werden (Abb. 140c).

Der untere Teil der Röhre kann natürlich auch zum Abschrauben eingerichtet werden statt zum Ausklappen.

Sehr umfangreiche Versuche mit Schlammstechern hat Einar Naumann[1] im Süßwasser angestellt. Seine Untersuchungen zeigen, welch bedeutende Ergebnisse mit diesen Geräten auch im Süßwasser zu erreichen sind. Eine etwas abgeänderte Form des von ihm zuerst benutzten Schlammstechers gibt die Abb. 144 wieder. Es ist eine von Optiker Friedinger geschaffene Vorlage. Eine 50 bis 90 cm lange Röhre aus festem Glas mit etwa 2 cm Durchmesser steckt oben in einer festen Metallfassung (Messing); damit das Metall nicht unmittelbar dem Glase aufliege, besitzt dieses an den Schraubestellen eine Kautschukauflage in Ringform. Die Glasröhre besitzt außerdem am oberen Ende einen Deckel aus geschliffenem Glas. Dieser Deckel wird durch eine Metallfassung so gehalten, daß er beim Versenken des Gerätes sich heben kann und das Wasser nach oben durchläßt, beim Einholen aber sich fest auf die Röhre legt und ein Entweichen des ausgestanzten Schlammpfropfes verhindert.

Damit der Schlammstecher in den Grund eindringt, wird über der Röhre ein Gewicht in Zylinderform angebracht; sein eiserner Träger kann dem Träger der Glasröhre angeschraubt werden.

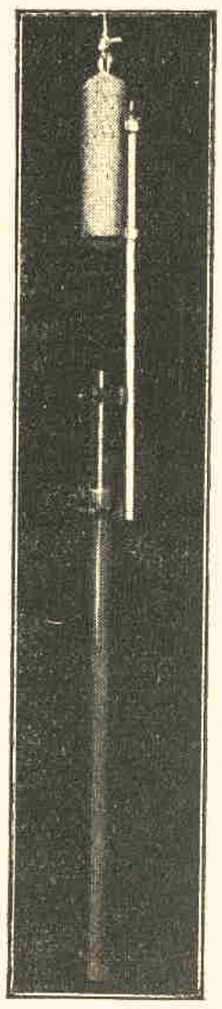


Abb. 144. Schlammstecher aus Glas von Friedinger.

Auch Petersen hat im Meere als Schlammstecher eine Glasröhre benutzt und zwar von 40 cm

[1] Om Profillodning i Gyttje-och Dyavlagringar, in: Meddellanden fran Aneboda Biologiska Station. Bd. 23. 1917. (Mit deutscher Zusammenfassung!)

Länge, 1—2 cm Weite und 2 mm Wanddicke; er befestigte sie an einem Lote so, daß sie dieses um einige Zentimeter überragte.

Diese Schlammstecher aus Glas sind insofern bequem, als die Natur der gestanzten Probe und ihre

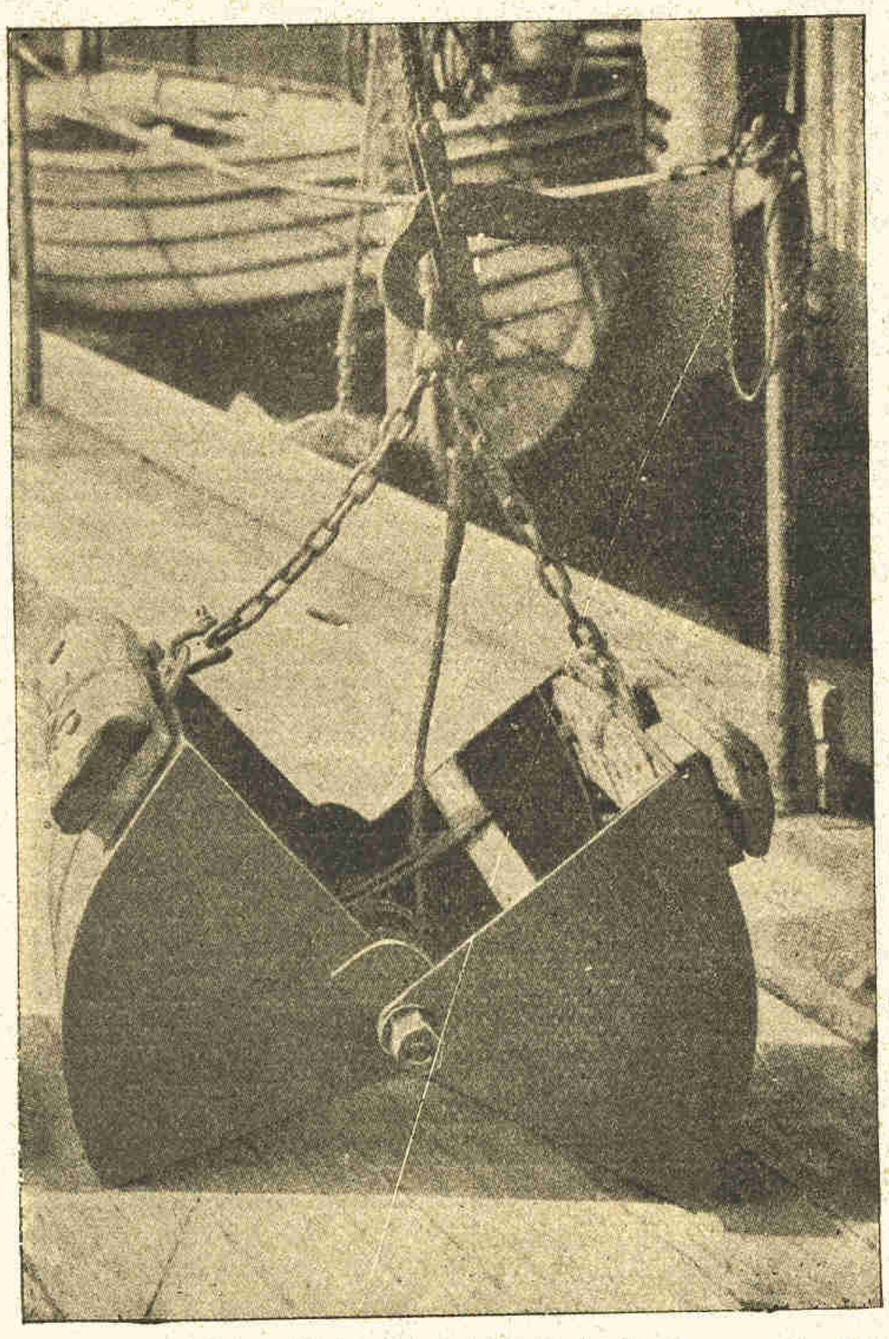


Abb. 145. Die Bodenschaufel Petersens zur Ausgabe bereit. (Nach Petersen aus Hensen.)

Der Apparat kommt in der gleichen Stellung, wie die Abb. ihn zeigt, auf dem Meeresgrunde an; die beiden seitlichen Flügel sind mit Gewichten beschwert und greifen etwa 4—5 cm tief in den Boden ein. Gleichzeitig lösen sich die die Flügel tragenden Ketten vom Haken, da dieser durch das Schlafferwerden des Tragseiles sich hebt. Sein vor der Drehachse gelegener Teil ist so schwer, daß, sobald das durch die Flügel gebildete Gegengewicht durch Aufstoßen auf den Grund unwirksam wird, der Haken sich zu drehen beginnt, sein Handgriff nach unten kommt, während die Hakenwölbung nach oben sieht. Die die Seitenflügel tragenden Ketten müssen sich derart lösen und fallen ab. Sobald dies geschehen ist, kann hochgezogen werden. Da die Ketten nicht mehr wirksam sind, müssen nun die Seitenflügel klappenartig zusammenfallen. Gleichzeitig zieht das in der Mitte sichtbare Drahtseil, an dem nun der ganze Apparat allein hängt, durch eine auf der Abb. nicht sichtbare Rollenführung die Flügel zusammen. Diese schaufeln die zwischen ihnen lagernde Schlammschicht gleichsam auf und bringen sie hoch.

Schichtung schon in der Glasröhre erkannt werden kann.

Beim Sammeln von Schlammproben mit einem der angeführten Schlammstecher verfährt man zweckmäßig derart, daß eine größere Anzahl der einsetz- und einschraubbaren Röhren mitgenommen wird. Ist eine gefüllt, wird sie auf beiden Seiten zugepfropft und zur Untersuchungsstätte befördert, so daß die Schichtung des Schlammes auf keine Weise gestört wird. Für manche Zwecke kann die Probe längere Zeit aufbehalten werden.

In jüngster Zeit sind namentlich zu quantitativen Grunduntersuchungen Geräte gebaut worden, die es ermöglichen, eine größere Menge von Grundschlamm in natürlicher Lagerung zu schöpfen und zwar so, daß eine ganz bestimmte Fläche abgeschöpft wird. Es sind dies die sogen.

Bodengreifer, Grundbagger oder Bodenschaufeln.

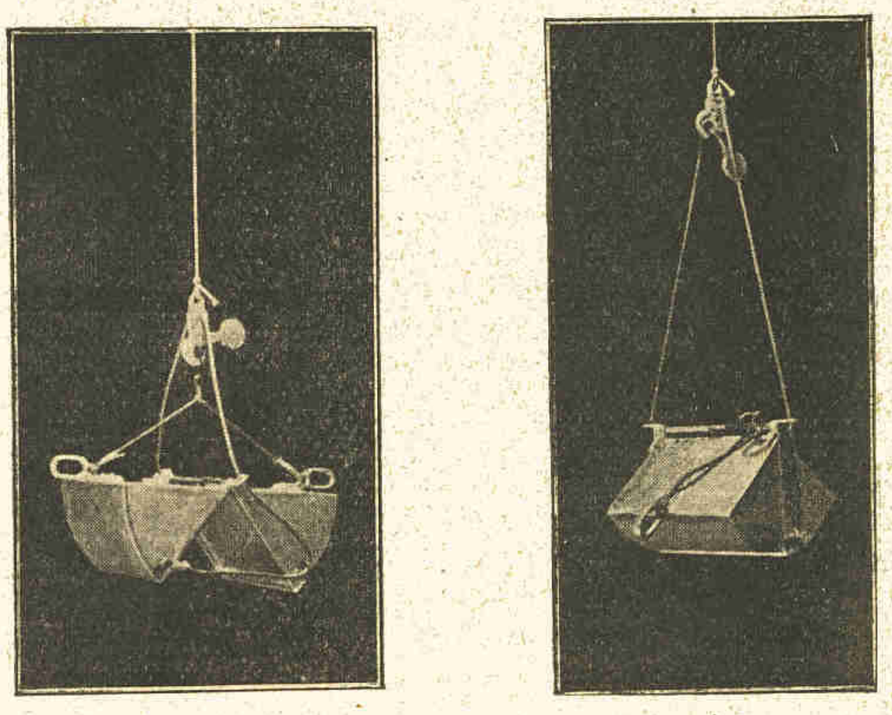
Das älteste mir bekannte derartige Gerät ist die Bodenschaufel Petersens. Sie ist in ihrer ursprünglichen Form für Meeresverhältnisse gebaut worden (Abb. 145). Mit ihr kann je nach der Größe der Schaufel eine Bodenlage von 0,1—0,2 m² Fläche in natürlicher, unveränderter Lagerung hochgehoben werden. Dabei greift die Schaufel etwa 4—5 cm tief in den Boden. Sie vermag uns über den Besatz einer bestimmten Fläche mit Grundorganismen viel besser Aufschluß zu geben als die Dredsche oder jede andere Schlammschöpfvorrichtung, da sie eben für eine ganz bestimmte Fläche alles hochhebt.

Die Bodenschaufel soll übrigens, wie J. Würschmidt in „Die Naturwissenschaften", Jahrgang 1916, S. 114 schreibt, ein sehr altes Gerät sein, indem eine im Grundgedanken gleich gebaute Vorrichtung schon vor 700 Jahren von den Arabern zum „Hervorholen von Gegenständen aus dem Wasser" benutzt wurde.

Von verschiedenen Seiten sind dann Versuche gemacht worden, diese Bodenschaufel auch für das Süßwasser verwendbar zu machen. Dabei sind teilweise ganz neue Geräte entstanden, teilweise zeigen sie in den Hauptzügen noch ganz die Züge ihrer Vorlage.

So ist eine verkleinerte und etwas vereinfachte Form der Petersenschen Bodenschaufel von Hentschel[1] zu seinen Untersuchungen an der Niederelbe benutzt worden.

Diesen beiden Geräten kommt der neuerdings von Friedinger geschaffene und auf den Abb. 146 a und b dargestellte Grundbagger am nächsten. Er eignet sich ganz besonders für den Gebrauch in unsern süßen Gewässern, ist außerordentlich einfach



a b

Abb. 146. Grundbagger von Friedinger, a geöffnet beim Versenken; b geschlossen beim Heraufkommen.

gebaut und arbeitet sehr zuverlässig. Die Art und Weise seines Arbeitens läßt sich leicht aus den beiden Bildern ersehen. Er wird offen versenkt, so wie die Abb. 146 a es zeigt. Auf dem Grunde

[1] Prof. Dr. E. Hentschel, hat mir hierüber in liebenswürdiger Weise brieflich berichtet.

angekommen löst sich der Traghaken infolge der am Gegenende angebrachten Beschwerung vom Tragseil. Die beiden Schaufeln greifen nun in den Boden ein und werden beim Aufziehen durch zwei seitlich angebrachte, nun wirksam werdende Seilstücke ge-

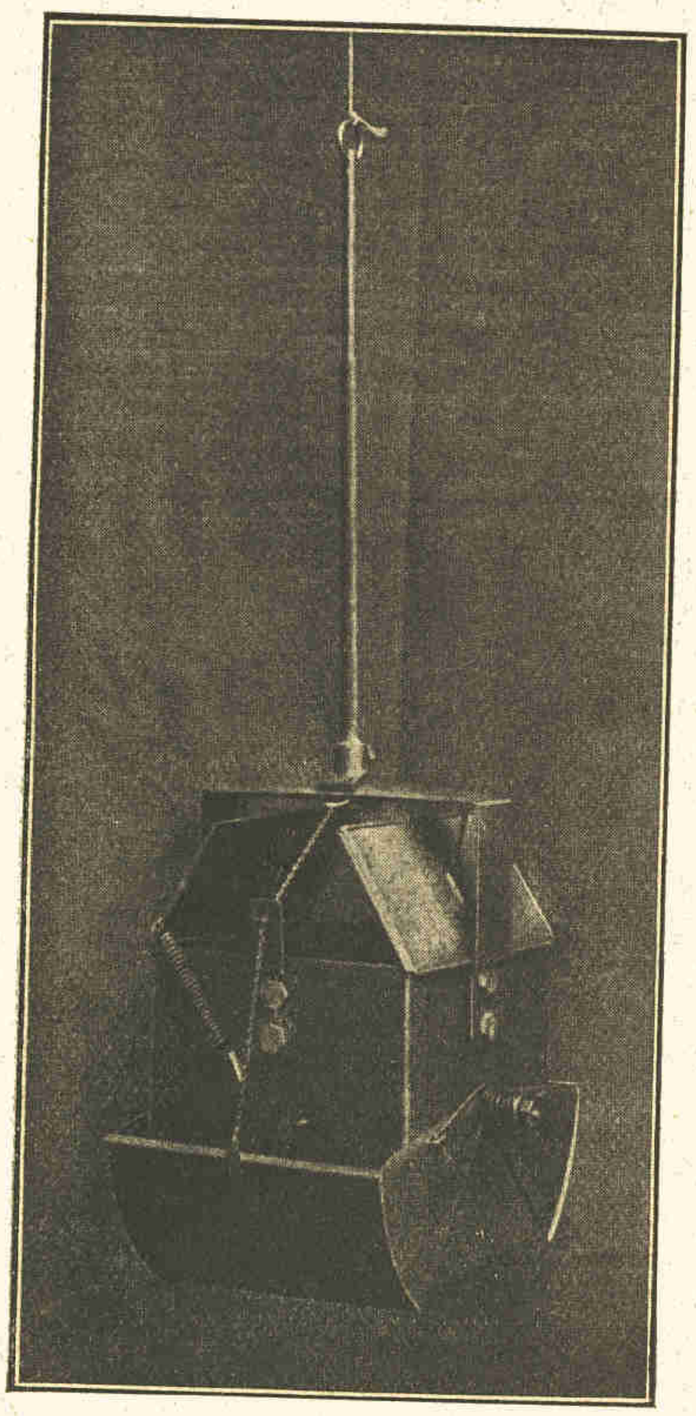


Abb. 147. Ekmanns verschließbarer Bodenschöpfer zum Versenken bereit.
(Nach Ekmann, aus der Internationalen Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 7. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

schlossen. Ein Stück des Grundes wird gleichzeitig in natürlicher Lagerung eingeschlossen und mit der darüber lagernden Wasserschicht hochgebracht.

Weiter ist Ekmanns „verschließbarer Bodenschöpfer für Zoologische Zwecke" zu erwähnen (Abb. 147).[1] Auch hier läßt sich mit großer Genauigkeit feststellen, wie groß die Fläche war, die der geschöpfte Schlamm auf dem Grunde einnahm. Wir wissen dann, daß die vorhandenen Tiere sich auf dieselbe verteilen. Dadurch ist es uns möglich, die Besiedelungsdichte festzustellen. Der Ekmannsche Bodenschöpfer hat die Form einer kleinen Kiste; er besteht ganz aus Messing (mindestens 1,3 mm dick) und wird offen, d. h. so, wie ihn die Abb. 147 zeigt, auf den Grund gelassen. Hier schließen sich sowohl die beiden Deckel als die beiden Bodenschaufeln. Letztere greifen in den unterliegenden Schlamm ein und raffen je nach dessen Härte eine dickere oder dünnere Oberflächenschicht zusammen. Das Gerät besteht aus drei Hauptteilen, nämlich dem Behälter, den beiden Schaufeln und der Verschlußeinrichtung.

Der Behälter hat fast genau kubische Form und eine Bodenfläche von 5 dm². Ekmann wählte gerade diese Größe, da sie sowohl bezüglich ihrer Leistung als betreffend Gewicht am brauchbarsten war. Ein eigentlicher Boden fehlt natürlich dem Behälter; seine Stelle nehmen ja die beiden Schaufeln ein.

Diese sind an den Enden einer den Behälter quer durchsetzenden Achse so befestigt, wie die Abb. 147 es zeigt. — Jede Schaufel besteht aus zwei Kreissektoren, die an der eben erwähnten Achse festgemacht sind und außen eine Zylinderfläche tragen.

Die Kreissektoren liegen den entsprechenden Seitenflächen des Behälters eng an und die Zylinderflächen verschließen seine untere Öffnung ebenfalls möglichst dicht. Das Schließen der Schaufeln wird durch zwei starke Federn bewirkt, von denen eine auf der Abb. 147 sichtbar ist. Die Feder verbindet die nebeneinanderliegenden Sektoren der beiden Schaufeln miteinander und läuft gleich unterhalb der Schaufeldrehachse durch. Die Wirkungsweise der Schaufeln ist eine rein schneidende. Die Verschlußfedern können ausgehakt werden, was namentlich für das Entleeren des Schlammschöpfers sehr bequem ist.

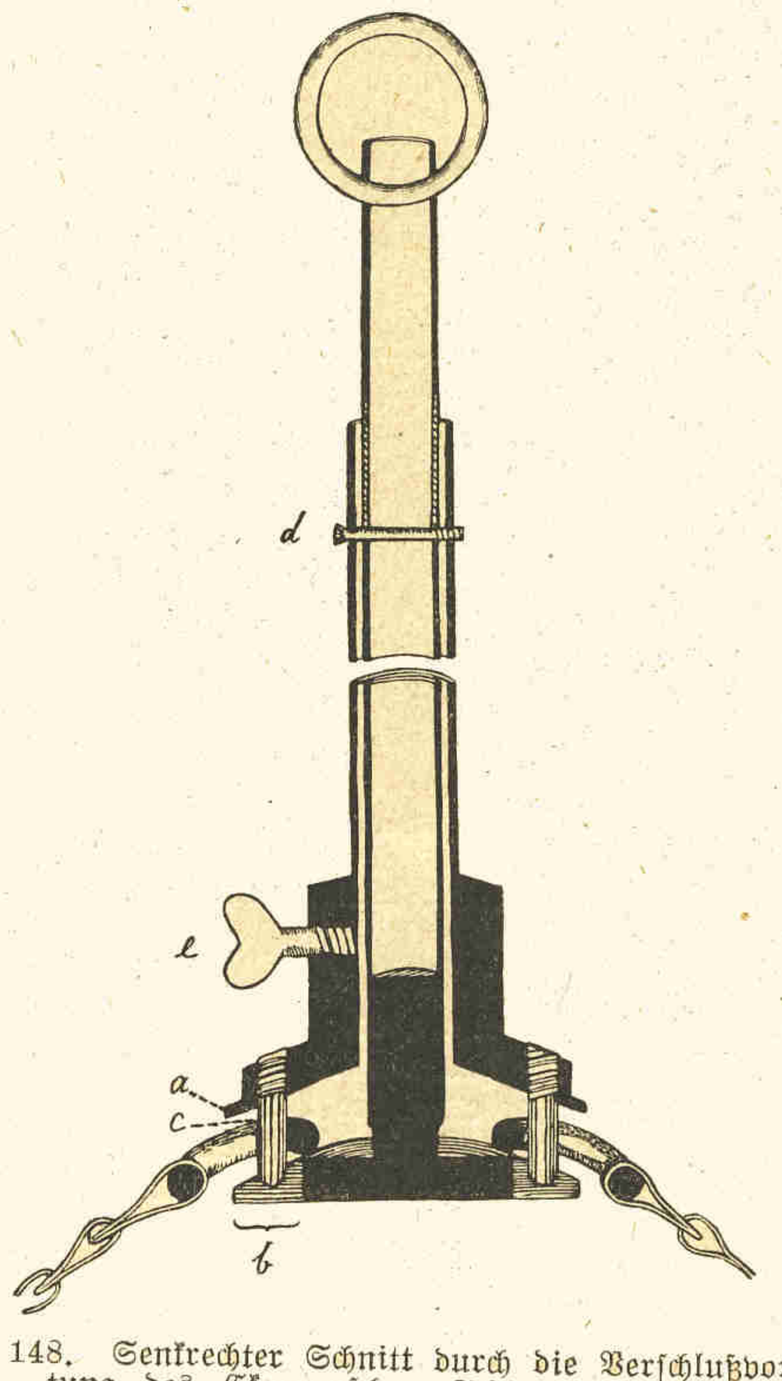


Abb. 148. Senkrechter Schnitt durch die Verschlußvorrichtung des Ekmannschen Schlammschöpfers.
(Nach Ekmann, aus der Internationalen Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 3. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

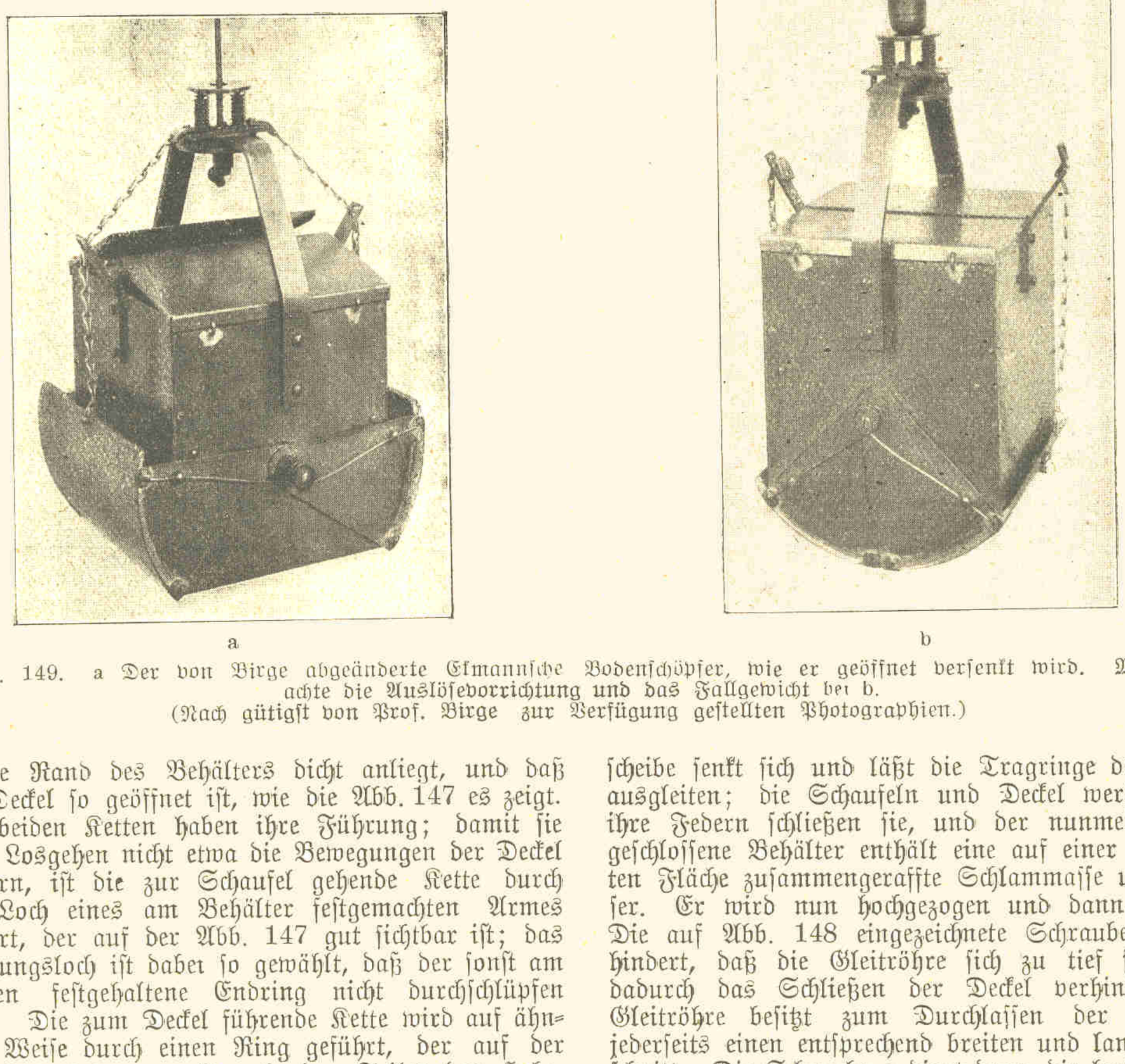
Die Verschlußeinrichtung wird von einem Hebebügel getragen, der so hoch über den Behälter aufragt, daß die beiden Deckel sich unter ihm frei bewegen können. Der Hebebügel trägt in seiner Mitte (vgl. Abb. 148 bei a), solid eingefaßt, eine senkrecht

[1] Ekmann, Sven, Neue Apparate zur qualitativen und quantitativen Erforschung der Bodenfauna der Seen. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 3.

stehende Röhre. In dieser ist eine engere aber längere Röhre frei beweglich, so wie es die erwähnte Abb. 148 zeigt. Das obere Ende dieser engeren Röhre trägt einen Ring, den Tragring, an den die Leine befestigt wird; am unteren Ende aber ist an dieser Röhre eine ziemlich dicke Scheibe, die Verschlußscheibe, angebracht. Diese besitzt an zwei einander gegenüberliegenden Stellen eine Vertiefung (Abb. 148 bei b), in die je ein Zapfen (Abb. 148 bei c) paßt, der in die Einfassung der weiteren Röhre eingeschraubt ist. Der Rand der Verschlußscheibe ist um die Vertiefung, in welche die Zapfen greifen, schief abgefeilt. Diese Zapfen tragen beim Herunterlassen des Gerätes Ketten, die die beiden Schaufeln und Deckel offen halten müssen. Die Verschlußscheibe wird durch das Gewicht des Gerätes und infolge der Verschiebbarkeit der engeren und weiteren Tragröhre eng an die Zapfen gepreßt. Letztere halten je zwei Ringe fest; jeder von diesen ist das Ende einer der erwähnten Ketten. Die erste dieser Ketten hält eine Bodenschaufel hoch und die zweite einen der beiden Deckel. Die Ketten müssen so lang sein, daß der untere Rand des Behälters dicht anliegt, und daß der Deckel so geöffnet ist, wie die Abb. 147 es zeigt. Die beiden Ketten haben ihre Führung; damit sie beim Losgehen nicht etwa die Bewegungen der Deckel hindern, ist die zur Schaufel gehende Kette durch das Loch eines am Behälter festgemachten Armes geführt, der auf der Abb. 147 gut sichtbar ist; das Führungsloch ist dabei so gewählt, daß der sonst am Zapfen festgehaltene Endring nicht durchschlüpfen kann. Die zum Deckel führende Kette wird auf ähnliche Weise durch einen Ring geführt, der auf der Unterseite des wagrecht gehenden Teiles des Hebebügels festsitzt. Die Abb. 147 läßt auch dies gut erkennen. Auf diese Art können weder die Schaufel- noch die Deckelketten beim Abfallen vom Verschlußring zwischen die Deckel und Schaufeln geraten und diese an der Bewegung hindern.

Damit die Deckel auch sofort und in richtiger Weise schließen, hat Ekmann am Geräte noch jederseits für je einen Deckel eine Spannfeder angebracht, die vom Deckel zur Behälterwand zieht und auf Abb. 147 gut zu sehen ist. Diese Feder schließt die Deckel rasch und sicher, sobald das Gerät auf Grund kommt und die Halteketten sich von der Verschlußscheibe lösen.

Die Anwendung des Gerätes ist folgende: es wird mit seinen Teilen so eingestellt, wie die Abb. 147 es zeigt und nun versenkt. Das Hinabsenken hat sorgfältig und gleichmäßig zu erfolgen; ein leichter Ruck kann den Deckel vor der Ankunft auf den Grund schließen; das Seil soll immer gleichmäßig gespannt sein. Auf bewegter See ist das Gerät nicht zu gebrauchen. Ekmann macht allerdings den Vorschlag, in diesem Fall einen Fallschirm zu verwenden, der am untern Seilende anzubringen wäre. Stößt das Geräte auf dem Grunde auf, so wird die Leine schlaff, die innere, engere Gleitröhre mit der Verschluß-



a b

Abb. 149. a Der von Birge abgeänderte Ekmannsche Bodenschöpfer, wie er geöffnet versenkt wird. Man beachte die Auslösevorrichtung und das Fallgewicht bei b.
(Nach gütigst von Prof. Birge zur Verfügung gestellten Photographien.)

scheibe senkt sich und läßt die Tragringe der Ketten ausgleiten; die Schaufeln und Deckel werden frei; ihre Federn schließen sie, und der nunmehr völlig geschlossene Behälter enthält eine auf einer bestimmten Fläche zusammengeraffte Schlammasse und Wasser. Er wird nun hochgezogen und dann entleert. Die auf Abb. 148 eingezeichnete Schraube d verhindert, daß die Gleitröhre sich zu tief senkt und dadurch das Schließen der Deckel verhindert; die Gleitröhre besitzt zum Durchlassen der Schraube jederseits einen entsprechend breiten und langen Einschnitt. Die Schraube e dient dazu, die hochgezogene innere Gleitröhre festzuhalten, was namentlich beim Einstellen des Gerätes vor dem Versenken recht bequem ist.

Zum Entleeren benutzt Ekmann einen großen Trichter aus Zinkblech, den er am Kahnbord mit zwei Haken festmacht. Dieser Trichter muß aber so weit sein, daß der Schöpfer bis zu drei Viertel der Höhe

des Behälters in ihn eingesenkt werden kann; denn hat das Gerät wenig Schlamm gefaßt, so enthält es viel Wasser, das dann an vielen Stellen herausspritzt. Damit nun der Bodenschlamm in diesen Trichter in derselben Schichtung abgesetzt wird, in der er auf dem Seegrunde lag, hat Ekmann den Boden des Trichters so gestaltet, daß er ebenfalls dieselbe Form eines Viertelszylinders hat wie die geschlossenen Schaufeln des Gerätes. Auf diese Art wird es nach Ekmann möglich, den Grund so zu erhalten, wie er unten im See lag. Auf lockerem Boden wird nach Ekmann allerdings meist soviel Schlamm geschöpft, daß das Wasser nur langsam ausfließt.

Das ganze Geräte hat leer ein Gewicht von 6,3 kg; mit Wasser und Schlamm gefüllt, soll es in der Luft 18—19 kg wiegen.

Seine Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit hängt natürlich davon ab, ob die Schaufeln und Deckel eng und dicht schließen.

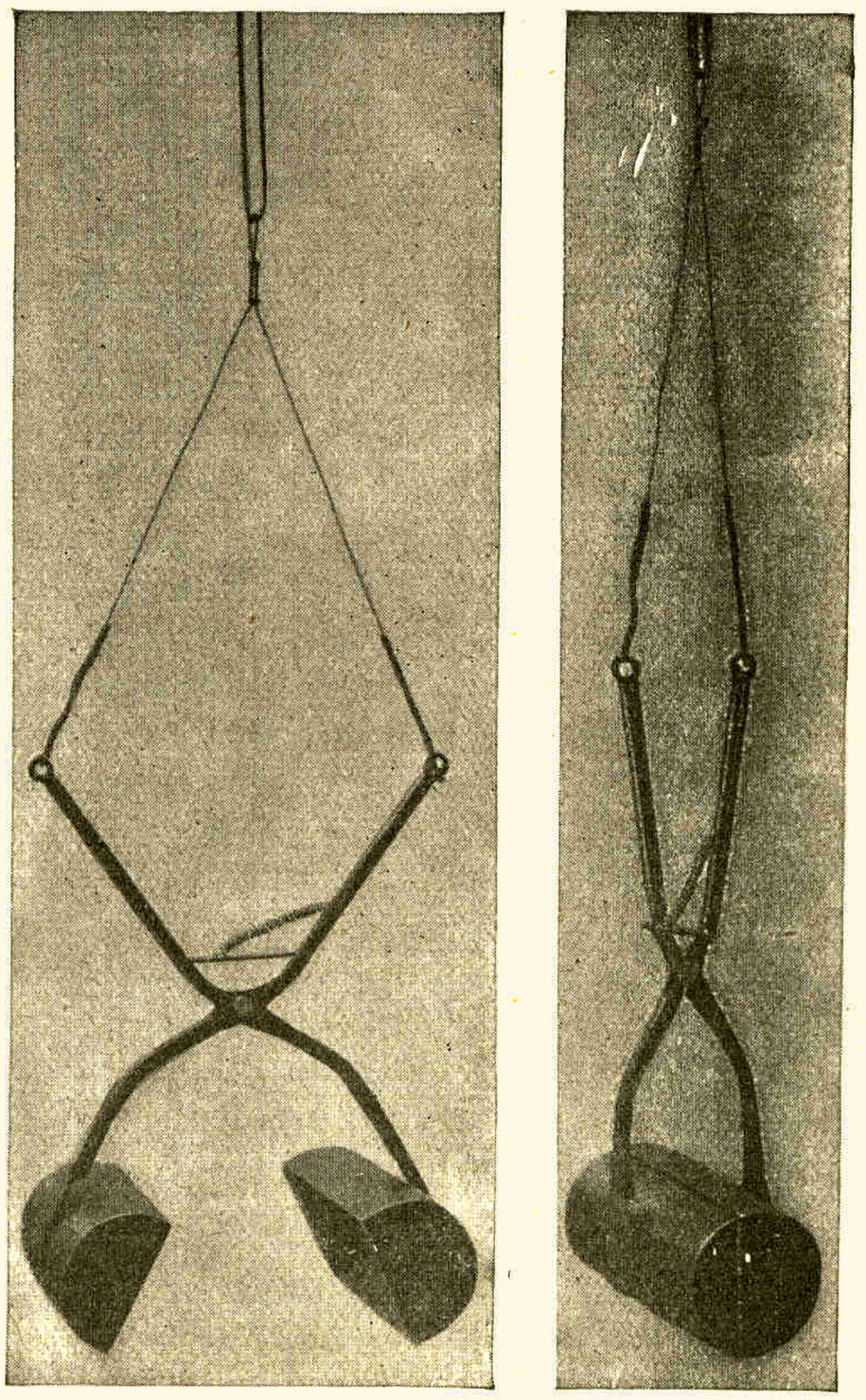
Ekmann hebt schon hervor, daß eine Fehlerquelle für die Beurteilung der Bodenschöpferfänge darin liege, daß die Schaufeln immer kleine Spältchen offen lassen, durch die dann beim Heben des Gerätes über die Wasserfläche, Wasser und Schlamm entweichen. Das Heben und Einsetzen in den oben erwähnten Trichter hat also möglichst rasch zu geschehen. Weiter hat Ekmann an eine Stange ein Planktonnetz befestigt (er benutzte dazu Seidengaze Nr. 6, da er später beim Durchsieben des Schlammmaterials ebensolche gebrauchte und die kleineren Tiere also sowieso nicht berücksichtigt wurden) und umgab das Gerät schon vor dem Auftauchen damit. Der in diesem Netz aufgefangene Ausflußrückstand wurde dann ebenfalls untersucht, war aber vielfach von nur geringem oder keinem Belang.

Es ist mir nicht bekannt, ob dieser Ekmannsche Bodenschöpfer bereits weitere Verwendung gefunden hat. Ekmann war mit seiner Arbeitsweise zufrieden; mit Anwendung der nötigen Vorsicht hat er im See Vättern bis zu 120 m Tiefe gute Ergebnisse gehabt, vorausgesetzt, daß der Boden geeignet war. Auf Geröll und Steingrund kann er nicht gebraucht werden, weshalb Ekmann ihn beispielsweise im Vättern in der Uferzone nicht anwenden konnte.

In losem Schlamm sollen die Schaufeln etwa 6—8 cm tief eingreifen, im Sandboden etwas weniger.

Dieser Ekmannsche Bodenschöpfer ist ganz neuerdings durch Birge[1] etwas umgeändert worden (vgl. Abb. 149a u. b). Die Auslösevorrichtung Ekmanns wurde durch eine solche mit Fallgewicht ersetzt und dadurch das Versenken weniger heikel gestaltet. Die Art des Arbeitens des Fallgewichts ist aus den beiden Abbildungen ersichtlich. Birge gebraucht zwei Größenformen des Ekmannschen Bodenschöpfers, eine von 15,3 auf 15,3 cm und eine von 23 auf 23 cm Fläche. Die erstere Form soll aber, weil leichter, weit bequemer sein. Der erwähnte amerikanische Forscher hat für den Körper des Schöpfers und die Schaufeln dicke, starke Messingplatten benutzt, für die beiden Deckel aber sehr dünne, leichte; infolgedessen konnten die Ketten der Deckel weggelassen werden, da sie sich beim offenen Versenken des Gerätes durch den Wasserdruck von unten von selbst öffnen.

Der Bodengreifer Ruttners (Abb. 150a u. b) ist sehr einfach gebaut. Er besteht aus zwei zangenartig beweglichen, etwas gebogenen Eisenstäben, an deren einem Ende je ein Hohlzylinder aus starkem Eisenblech festgemacht ist, während das andere Ende mit einer runden Öffnung versehen ist. An dieser ist ein Drahtseil angeknüpft, in dessen Mitte eine Öse festsitzt, an der dann auch die Zug- oder Tragleine befestigt ist. Das Gerät wird in der auf Abb. 150a dargestellten Stellung sorgfältig versenkt. Auf dem Grund angekommen, stoßen die beiden Hohlzylinder auf; dadurch wird ein kleines Querstück, das die Zange gespreizt hält, aus den Kerben gelöst und namentlich durch die Wirkung einer Spiralfeder, an der es festgemacht ist, den Kerben entzogen. Wenn nun das Drahtseil langsam angezogen wird, schließt sich die Zange und greift je nach der Beschaffenheit



a b

Abb. 150. Der Bodengreifer Ruttners, a in geöffnetem und b in geschlossenem Zustande.
(Nach Ruttner aus der Internationalen Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 6. Verlag Dr. Werner Klinkhardt, Leipzig.)

des Grundes eine dickere oder dünnere Oberflächenschicht davon heraus. Die Zylinder schließen fest ineinander, so daß selbst das Wasser nur tropfenweise entweicht.

Nach Ruttner soll das Gerät recht zufriedenstellend arbeiten; beim Versenken hat man auch hier eine möglichst gleichmäßige Geschwindigkeit zu gebrauchen; ist die Fallgeschwindigkeit eine ruckweise, so kann es geschehen, daß die Hohlzylinder bei etwa vorzeitigem Herausfallen des Querstückes sich schließen.

[1] Siehe Anmerkung S. 47.

Die Behandlung von Grundfängen bei ihrem Hochkommen.

Der Erfolg, der wissenschaftliche Wert von Dredschfängen, überhaupt allgemein von Grundfängen hängt in hohem Grade ab von der Behandlung des Fanges. Darunter verstehe ich sowohl die Behandlung des gesamten Fanges einschließlich Steinen, Sand usw., als auch diejenige der erbeuteten und ausgelesenen oder auszulesenden Lebewesen. Höchstes Ziel muß ja sein, diese Lebewesen möglichst unbeschädigt und vollständig zu erhalten. Die gedredschte oder auf eine andere Art erbeutete Grundmasse muß äußerst sorgfältig behandelt werden. Sehr oft besteht sie ja aus einem Gemengsel von Lebewesen verschiedenster Art und Größe, aus feinem und grobkörnigem Sand, aus Schlamm, aus Steinen usw. Es gilt nun, daraus die Lebewesen möglichst vollständig zu erhalten und, wenn möglich, soll auch über die Beschaffenheit des Grundes, namentlich seine Schichtung, Aufschluß erstrebt werden; dies ist bei Fängen mit dem Bodengreifer, mit Schlammstechern usw., bei einiger Sorgfalt gut möglich. In diesem Falle ist zuerst die Schichtung usw. festzustellen; dann wird das Schöpfgerät (Dredsche usw.) entleert. Das kann auf zwei Arten geschehen, nämlich erstens durch Umstülpen und zweitens durch Öffnen des Hinterendes des Dredschsackes oder des Bodens des Schöpfgefäßes, falls dies überhaupt möglich ist.

Die letztere Entleerungsart ist namentlich bei großen Geräten vorzuziehen, da sie die sorgfältigste ist.

In manchen Fällen ist es erwünscht, noch vor dem Entleeren eine oder mehrere Proben möglichst aus der Mitte der geschöpften Masse zu entnehmen und zu besonderen Untersuchungen aufzubehalten, z. B. zu chemischen, zu physikalischen oder zu mikroskopischen. Derartige Proben können auch zu Züchtungsversuchen benutzt oder fixiert und konserviert werden.

Die Gewinnung der Organismen aus geschöpftem Schlamm.

Um die geschöpfte Grundmasse einer ersten Durchsicht unterziehen zu können, ist es zweckmäßig, diese in flache Gefäße zu entleeren. Ihre Größe richtet sich nach der Größe der zu durchsuchenden Masse. In jenen Gefäßen wird nun erst von bloßem Auge herausgesucht, was zu sehen ist, dann wird die Lupe benutzt. Ein Teil des Restes wird ruhig stehen gelassen. Einzelne Wesen arbeiten sich erst nach Stunden, ja Tagen aus dem Schlamm und aus dem Sande an die Oberfläche und können dann bequem abgelesen werden.[1]

Die übrige Masse des geschöpften Grundes wird mit verschiedenen Verfahren weiter auf die in ihr vorhandenen Lebewesen durchsucht. Als erstes derartiges Verfahren sei das

Siebverfahren

genannt. Es ist sehr einfach. Je nach der Beschaffenheit der Grundmasse und nach der Größe der zu erbeutenden Lebewesen wird man größere oder kleinere Siebe mit größerer oder kleinerer Siebweite benutzen. Das zu erstrebende Ziel wird also die Wahl des Siebes bestimmen. Ja, es können mehrere Siebe miteinander benutzt werden, also ein ganzer Siebsatz.

Die Form der Siebe kann verschieden sein; sie ist für den Erfolg meist von geringerer Wichtigkeit. Hauptsache ist hier vielmehr die Art der Siebfläche. Für unsere Zwecke kommen sowohl Metallsiebe als Gazesiebe in Betracht. Die ersteren können ja heute bis zur feinsten Maschenweite (Phosphorbronzegewebe)[2] gekauft werden und sind sehr dauerhaft. Aber auch Seidengaze- und Grießgazesiebe verschiedenster Maschenweite sind sehr gut brauchbar.

Wie erfolgt nun das Aussieben selbst? Wir wollen zur Erklärung ein ganz bestimmtes Beispiel wählen.

Angenommen, es handle sich darum, Kladozeren aus Schlamm zu sondern, so wählt man aus dem Siebsatz eine Maschenweite aus, die die größten Kladozeren, z. B. Eurycercus, gerade noch durchläßt. Der ganze Wust von geschöpftem Schlamm mit den vielen Pflanzenteilchen usw. wird auf ein solches Sieb gebracht und nun der Wasserstrahl einer Leitung in entsprechender Stärke darauf gerichtet. Zugleich wird er umgerührt und derart nach und nach alles feinere Schlammaterial durch das Sieb gespült; die gröberen Teilchen bleiben zurück und können abgegossen werden. Die gesiebte Masse wird hernach in kleinen Teilen auf eines der allerfeinsten, engmaschigsten Siebe gebracht und nun die feinsten Schlammteilchen durch vorsichtiges Spritzen daraus entfernt. So bleibt schließlich ein Siebgut zurück, das außer Cladoceren nur noch gleichgroße Steinchen und Pflanzenteilchen enthält, aber sonst ganz sauber ist. (Weigold.)

Sollen andere Wesen, z. B. Hydrakarinen, Asseln, Nematoden, Oligochä-

[1] Vergleiche dazu auch Monard, Anmerk. S. 113.

[2] Metallsiebe wie sie früher Thum in den Handel brachte, können von der Geschäftsstelle des Mikrokosmos bezogen werden, auch ganze Siebsätze.

ten usw. aus Schlamm abgesondert werden, so sind die zu verwendenden Siebsätze jedesmal in anderer Zusammenstellung zu gebrauchen.

Handelt es sich darum, Lebewesen verschiedener Größe oder überhaupt möglichst alles Lebendige aus der geschöpften Grundmasse zu erhalten, so kann man auch einen ganzen Siebsatz miteinander benutzen; die einzelnen Siebe werden dann so geordnet, daß das weitmaschigste zu oberst, das engmaschigste zu unterst steht, etwa nach Art der Abb. 151. Das oberste Sieb ist dann zweckmäßig tiefer zu wählen als die übrigen. Hierauf wird die zu siebende Masse in das oberste Gefäß gebracht und die Behandlung mit Hilfe eines Wasserstrahles weitergeführt. Die gröbsten Teile und mit ihnen die größten Lebewesen bleiben im obersten Sieb, die nächst größeren im folgenden usw. Der feinste Schlamm hingegen wird auch noch durch das unterste Sieb geschwemmt und ein gereinigtes Material bleibt zurück.

Zur sorgsamen Behandlung ist es in manchen Fällen zweckmäßig, von der Benutzung eines Wasserstrahles, der auf manche feine Organismen zerstörend wirken kann, abzusehen. In diesem Falle wird das Sieb oder der Siebsatz mit der zu siebenden Masse in einem größeren Gefäß mit Meer- oder Süßwasser auf und ab bewegt, bezw. gesenkt und gehoben. Die ganze Masse wird derart durchspült und ausgesiebt gleich wie unter dem Wasserstrahl, nur bedeutend sorgfältiger. Wenn beim Eintauchen und Heben der Siebe zudem noch ein Drehen vermieden wird, ist ein Verletzen auch der feinsten Lebewesen schier unmöglich. Besondere Siebformen hat Kolkwitz beschrieben;[1] er nennt sie das flache und das laternenförmige Dredsch- oder Schlammsieb. Das erstere (Abb. 152a) besteht aus einem Holzgestell, dessen Ecken mit Messingbeschlägen verstärkt sind; diesem Gestell ist unten ein Metallsieb (aus Messing) von 1 mm Maschenweite fest aufgesetzt; ein zweites ebensolches Sieb von nur ½ mm Maschenweite liegt darunter und kann herausgezogen werden. Kolkwitz benutzt das Sieb in zwei Größen-

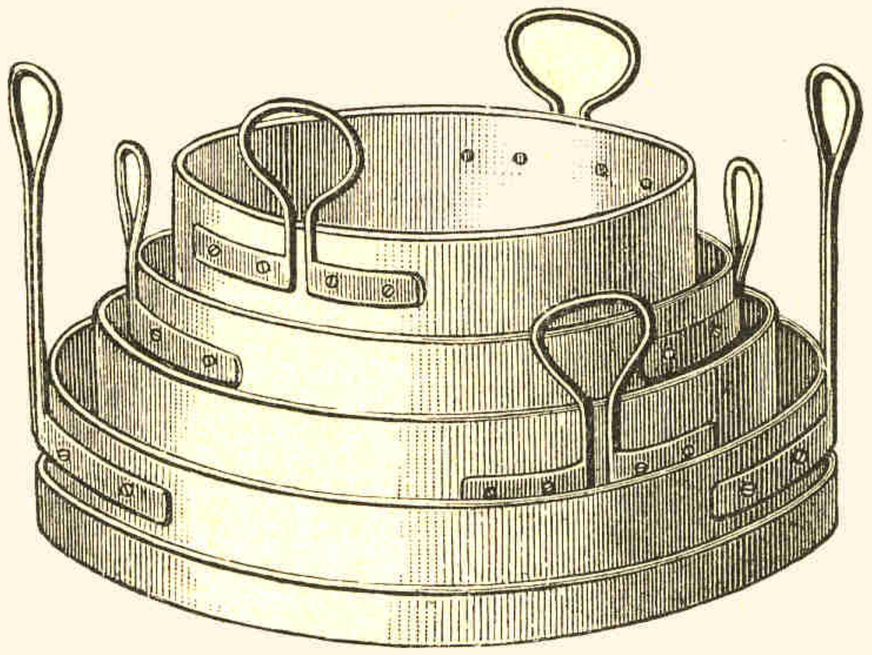
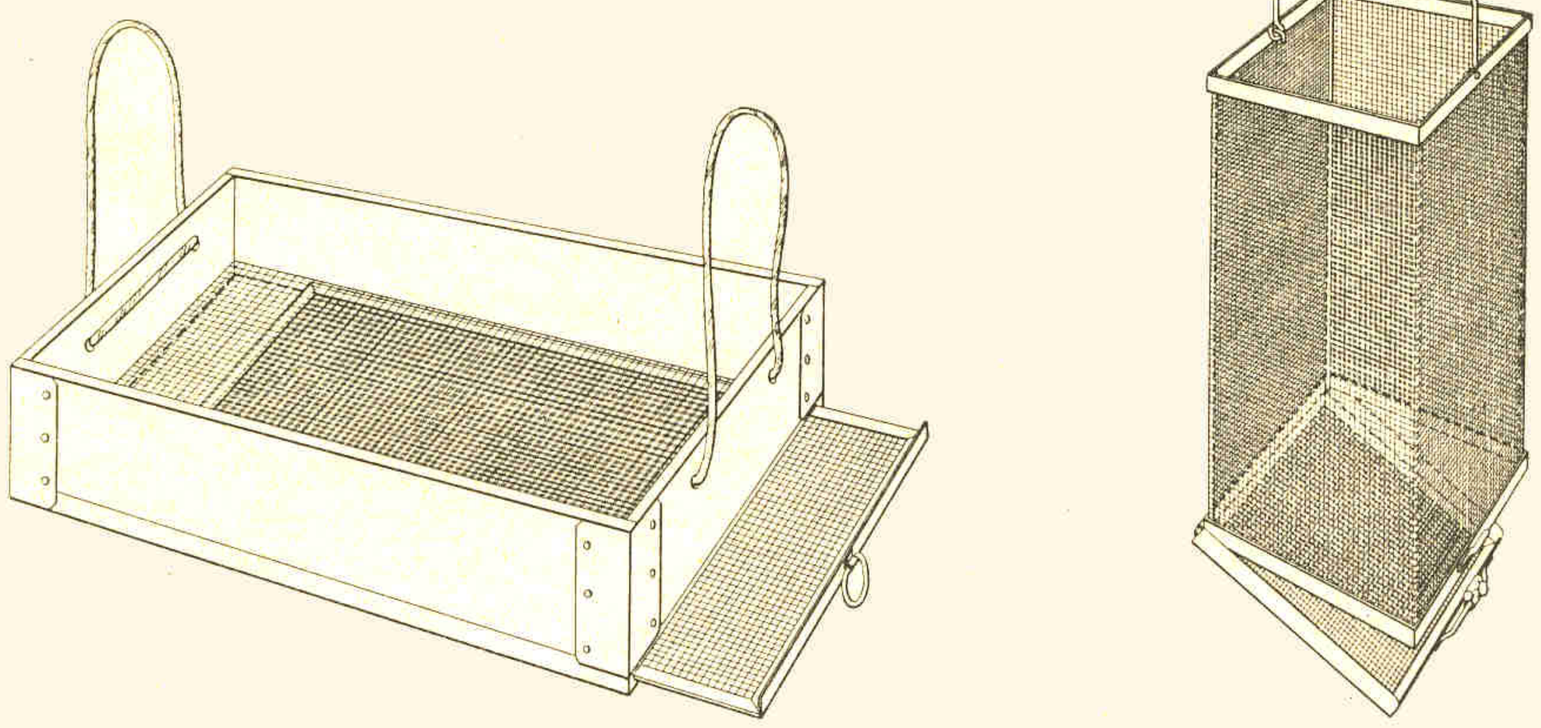


Abb. 151. Satz von verschiedenen Sieben. (Nach Whville Thomson.)

formen, also in den Maßen 37 : 25 : 9 cm oder 55 : 38 : 10 cm mit dem Gewicht von entweder 1,2 oder 3 kg.

Das laternenförmige Dredsch- oder Schlammsieb nach Kolkwitz hat die Form der Abb. 152b. Es ist gut tragbar, leicht und besitzt ein Sieb von 1 mm Maschenweite, wie

[1] Kolkwitz, R., Entnahme- und Beobachtungsinstrumente für die biologischen Wasseruntersuchungen. Mitt. aus der K. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin. 1907. Heft 9.



a

b

Abb. 152. a Das flache Dredsch- oder Schlammsieb nach Kolkwitz. b Das laternenförmige Dredsch- oder Schlammsieb nach Kolkwitz. (Nach Kolkwitz.)

das vorangehende Sieb. Maße 30:13:13 cm. Gewicht 570 g.

Handhabung dieser Siebe. Sie werden höchstens zur Hälfte mit Schlamm gefüllt, dann mit Hilfe der seitlichen Schnüre oder des Henkels durch Heben und Senken im Wasser durchspült.

Zum Füllen des Siebes und nachher auch zum Aufnehmen des ausgesiebten Materials ist die Anwendung eines Löffels bequem.

Es braucht wohl nicht weiter ausgeführt zu werden, daß beim Durchsuchen des gesiebten Materials auch hier wieder eine Lupe zu benutzen ist, ja daß mit einer solchen auch die Siebfläche abgesucht werden muß, da dort öfters mancherlei hängen bleibt (namentlich bei Gazesieben). Die gesiebte Masse ist zudem sofort in ein Gefäß mit Wasser zu entleeren und unter Wasser zu durchsuchen.

Ein dem Sieben verwandtes, einfaches Verfahren zur Gewinnung der Lebewesen aus Dredschefängen erwähnt Fehlmann. Er verarbeitete den mit der Dredsche geschöpften Schlamm auf folgende Art: Aus dem prallgefüllten Netzbeutel wurde möglichst aus der Mitte, wo also die Gefahr des Auswaschens klein war, eine Masse von ungefähr 250 ccm entnommen, verschlossen, mit Aufschrift versehen und beiseite gestellt. Der übrige Netzinhalt wurde durch Schwenken im See ausgewaschen, bis schließlich nur noch ein verhältnismäßig kleiner Restbestand größerer Organismen und Grundteilchen zurück blieb, der eben durch die Netzmaschen nicht entweichen konnte. Dieser Netzrückstand wurde dann in einer flachen Schale ausgebreitet und sofort durchsucht. Die erste Probe hingegen ließ Fehlmann oft tage- und wochenlang verschlossen an einem möglichst gleichmäßig kühlen Orte stehen. Er wollte dadurch auch den langsam beweglichen Rhizopoden usw. ermöglichen, an die Oberfläche zu kriechen; dort suchte er sie bei der täglichen Prüfung heraus. Dieses Verfahren mag einfach sein, ist aber nicht in jeder Beziehung einwandfrei.

Schließlich seien hier auch noch die sogen.

Schlämmverfahren

kurz erwähnt. Beim Schlämmen wird der Umstand benutzt, daß Sand- und mineralische Teilchen im Wasser viel rascher zu Boden sinken, als die leichteren Organismen. Man geht also wie folgt vor: Eine nicht große Menge Schlamm wird in ein Glas von der Form der üblichen Einmach- oder Marmeladegläser, das mit Wasser nicht ganz gefüllt ist, gegossen. Dann nimmt man das so gefüllte Glas und schüttelt es sehr kräftig, bis der Schlamm verteilt ist; jetzt wird plötzlich mit Schütteln aufgehört, und nun sinken der Sand und andere schwere Mineralteilchen rasch zu Boden, während die Organismen wenigstens einige Sekunden dazu nötig haben. In dem Augenblick, wo der Sand am Boden des Gefäßes angesammelt ist, wird die darüberliegende trübe Flüssigkeit in ein zweites Einmachglas gegossen. Nun wartet man, bis in diesem die Flüssigkeit sich geklärt hat, hierauf wird diese sorgfältig abgegossen und nur die auf dem Gefäßboden zurückbleibende Masse behalten, die nun an Organismen angereichert und von einem großen Teil unorganischer Masse befreit ist. Unter Umständen kann das Verfahren mehrmals wiederholt werden.

Ist der geschöpfte Schlamm mehr mulmartig und relativ leicht, so wird man zweckmäßig das umgekehrte Verfahren anwenden. Das Glas mit den aufgewirbelten Schlammassen wird stehen gelassen, bis man dafür hält, daß die Organismen sich abgesetzt haben. Hierauf wird die Flüssigkeit mit den in ihr schwimmenden Mulmpartikelchen abgegossen und die auf dem Gefäßboden angesammelte Masse nach Organismen durchsucht.

Um aus größeren Algenmassen oder Pflanzenbeständen anderer Art rasch und bequem die darin vorhandene Kleinwelt zu gewinnen, benutzt man folgendes Verfahren: Die Pflanzenmasse wird in ein Gefäß mit Wasser gebracht, darin rasch herumgerührt, mehrmals gepreßt und ausgedrückt, schließlich ausgewunden und entfernt. Das zurückbleibende Wasser läßt man etwa 1/4 Stunde stehen und gießt es hierauf bis auf den Bodensatz ab. In letzterem liegen die Organismen. Enthält er noch viele Fremdkörperchen mineralischer Art, so wird er nach dem ersten Verfahren, sind die Fremdkörperchen mulmartig und leicht, nach dem zweiten Verfahren geschlämmt.

Ein weiteres Verfahren der Gewinnung von Lebewesen aus Schlamm benutzt das Streben der Tiere, beim Eintrocknen des Schlammes nach dem Wasser zu entkommen. Der Schlamm wird zu diesem Zwecke auf ein Sieb gebracht, das man einem Gefäß mit Wasser aufsetzt. Die Tiere wandern dann in das Wasser und können dort leicht herausgesucht werden. Johannes Pause hat dieses Verfahren für die Gewinnung von Chironomidenlarven aus Schlamm sehr vorteilhaft gefunden.

Die Art des Absonderns und Herauslesens der einzelnen Organismen aus der geschlämmten Probe.

Um die einzelnen Organismen aus der geschlämmten Probe auszulesen, wird man je nach den zu sammelnden Wesen verschieden verfahren. Handelt es sich um verhältnismäßig große Lebewesen, so können sie schon mit bloßem Auge ausgesucht werden. Die Probe wird dazu in eine große, flache Schale gebracht und durchsucht. Reicht das unbewaffnete Auge nicht aus, benutzt man erst eine Lupe, am bequemsten eine der üblichen Stativlupen. Zu empfehlen ist, die Schale mit Inhalt auf eine dunkle Unterlage zu bringen. Manches wird dann leichter aufzufinden sein. Zum Heraussuchen der noch kleineren Wesen wird man nun zweckmäßig kleinere Mengen der Schlämmprobe auf einen Objektträger oder auf eine größere Glasscheibe bringen und unter dem binokularen Mikroskop mit entsprechenden Vergrößerungen durchsuchen.[1] Steht kein solches zur Verfügung, so benutzt man das monokulare Mikroskop. Um die ganze mit Schlamm bedeckte Fläche ohne Ausfall zu durchsuchen, empfiehlt es sich, den Objektträger usw. mit der aufliegenden Probe nicht kreuz und quer unter der Lupe oder auf dem Objekttisch zu verschieben, sondern durch regelmäßiges Hin- und Herschieben die ganze Fläche abzusuchen. Unter Umständen empfiehlt es sich, zu einem Objektträger mit Linien oder Quadraten zu greifen. Wer einen Kreuztisch zur Verfügung hat, kann diesen natürlich gut anwenden.

Zum Ausfangen wird man je nach Umständen eine Präpariernadel, eine feine Borste oder eine weitere oder engere Saugpipette gebrauchen.

Die Zentrifuge und ihre Verwendung bei Untersuchungen über die Lebewelt des Gewässergrundes.

Auch die Zentrifuge wird neuerdings zur Erforschung der Lebewelt des Gewässergrundes herangezogen, dies namentlich im Zusammenhang mit der Frage der Ernährung der Bodentiere. Petersen[2] suchte auf diese Art die Detritusmenge des unmittelbar über dem Grunde liegenden Wassers zu bestimmen, um ihre Bedeutung als Nahrungsquelle festzustellen. Dabei hat sich mit Hilfe dieses Gerätes ergeben, daß selbst scheinbar kristallklare Wasserschichten noch Detritus enthalten.

Detritussammler als Hilfsmittel des Hydrobiologen.

Ebenfalls in Verbindung mit Fragen über die Ernährung der Bodentiere eines Gewässers hat Petersen versucht, die sich absetzenden Detritusmengen mit Hilfe sog. Detritussammler zu bestimmen. Er wählte dazu eiserne Rohre von 50 cm Höhe und 50 cm Durchmesser mit hölzernem Boden. Diese Geräte wurden je nach Umständen ein bis mehrere Wochen auf dem Grunde stehen gelassen.

Über die quantitative Auswertung der Grundlebewelt eines Gewässers.

Lange Zeit hat man die statistischen Verfahren nur auf die Lebewelt des freien Wassers angewandt. Neuerdings braucht man sie auch zur Untersuchung der Grundlebewelt. Schrittmacher in dieser Richtung waren vor allem Petersen und Sven Ekmann. Die Ergebnisse sind, wie namentlich der erstere glänzend erwiesen hat, nicht nur von wissenschaftlichem, sondern auch von ganz gewaltigem wirtschaftlichem Werte, insbesondere für die Fischerei. Dies geht sehr deutlich schon aus der Zielstellung dieses Forschungszweiges hervor, deren Hauptsätze folgende sind:

1. Besseres Verständnis des allgemeinen Stoffumsatzes eines Gewässers; der Grund und seine Lebewelt sind eine Hauptgröße dieses Getriebes.

2. Bessere Kenntnis auch der artlichen (qualitativen) Zusammensetzung der Grundlebewelt. Die Dredsche arbeitet in dieser Beziehung sehr ungenau und muß deshalb durch Hilfsmittel ergänzt werden, die einen genaueren Einblick ergeben (Bodenschaufel, Schlammröhren usw.).

3. Auswertung der erschlossenen Kenntnis der Bodenlebewelt für die Fischereiwirtschaft. Manche wählen dafür das abscheuliche Wort „Bonitierung der Gewässer!“

4. Genaue Feststellung der Grundformen, ihr Einfluß auf die Lebewelt und umgekehrt deren Wirkung auf die Bodenbildung.

Heute liegen für dieses Forschungsgebiet nur erst Anfangsergebnisse vor. Die Verfahren sind hier weit schwieriger als in der Planktologie. Doch zeigen die Ergebnisse namentlich Peter-

---

[1] Monard, (siehe Anmerkung S. 113) bringt 1—2 cm³ Schlamm in eine Petrischale von 7 cm Durchmesser, breitet ihn gut aus und gibt schließlich 1—2 Tropfen 10%igen Formol in der Mitte hinzu. Die Diffussionswellen des Formols machen die Tiere nach außen fliehen; sie werden dadurch sichtbar und können gefangen werden.

[2] Petersen, C. G. Joh., über einige in Angriff genommene Untersuchungen über Menge und Nahrung der niederen Tiere am Meeresboden, mit besonderer Berücksichtigung der Ernährung der Scholle im Limfjord. Internat. Revue der gesamt. Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. 3. 1910/11.

fens, wie bereits betont, daß die Fischerei hier Gewaltiges zu erwarten hat. Die Zukunft wird uns hoffentlich weitere Fortschritte in den Verfahren bringen; der Anfang ist ja bereits in den verschiedenen Bodenschaufeln, Schlammstechern usw. gemacht.

Für das Ufergebiet sind in dieser Beziehung die Arbeiten Hentschels bahnbrechend; an der Niederelbe gebrauchte er als Hilfsmittel einen Schlammstecher in Form einer prismenförmigen Blechröhre von quadratischem Querschnitt, d. h. von 5 cm Seitenlänge, also 25 cm^2 Querschnittsfläche. Mit dieser Röhre wird aus dem Boden eine Probe von 10—15 cm Tiefe ausgestochen, konserviert oder gleich lebend im Arbeitszimmer auf ihren Organismengehalt durchgezählt. Zu Vergleichszwecken wird die Wohnzahl zweckmäßig auf 100 cm^2 = 1 dm^2 umgerechnet, da bei selteneren Formen bis 10 und mehr Proben an derselben Stelle zu entnehmen sind.

Die Bedeutung der physikalisch-chemischen Grunduntersuchungen für das Verständnis der Grundlebewelt.

Die Natur des Grundes spielt für seine Besiedelung mit Lebensformen eine bedeutende Rolle. Die Lebewelt auf und in grobem Kies, Ton, Sand, Gyttja[1] usw. wird stets verschieden sein. Wir müssen es als eine der Aufgaben der biologischen Grunduntersuchungen bezeichnen, auch da die vielen Zusammenhänge zwischen Lebewelt und Umwelt zu ergründen. Auch die Lebewelt beeinflußt den Grund; das zeigen schon Ausdrücke wie Gyttia, Chitinablagerung oder Foraminiferenschlick usw. sehr deutlich. Die Lebewelt hilft an der geologischen und petrographisch-mineralogischen Gestaltung des Gewässeruntergrundes als erste Triebkraft schaffen. Da die Dredsche und auch manche Schlammschöpfer nur in gewissen Grenzen Schlüsse auf die Beschaffenheit des Grundes zulassen, haben zu diesen Untersuchungen heute vor allem die sog. Bodengreifer, Bodenschaufeln, Schlammbagger und Schlammröhren in Anwendung zu kommen, da sie ein viel genaueres Urteil gestatten und auch die Grundschichtung erschließen.[1]

[1] Schwedischer Ausdruck für zum großen Teil kopprogenen, also aus Fäkalmassen bestehenden, unter Wasser abgesetzten Schlamm.

Das Befördern und Versenden von Fangmaterial.

Muß gesammeltes lebendes Material irgendwelcher Art auf eine größere Strecke versandt oder befördert werden, was z. B. bei Forschungsfahrten an Alpenseen usw. fast stets der Fall sein wird, so ist unbedingt nötig, die Gläser mit lebenden Fängen bei jedem längeren Halt zu entkorken und abzudecken; dies namentdann, wenn auf der Reise noch übernachtet werden muß. Dann hüte man sich, solche Gläser ohne besonderen Schutz im Rucksack zu verstauen; vor allem schütze man sie gegen Erwärmung sowohl durch die Sonne als auch durch die Körperwärme des Trägers. Natürlich dürfen solche Gläser auch nicht in die Taschen des Kleides untergebracht werden, das hätte bei einigermaßen langen Wanderungen das Absterben des größten Teiles des Inhalts zur Folge.

Gefäße mit Kaltwassertieren hülle man gegen Wärme gut in Tücher ein oder bringe sie in Blechbüchsen unter und fülle den freien Raum derselben mit frischem Gras usw. Steinmann empfiehlt zu solchen Zwecken sog. Wärmeflaschen (Thermosflaschen).

Lebende Fänge dürfen zudem nie in zu kleinen und engen Gefäßen befördert werden. Gefräßige Tiere, wie manche Insektenlarven usw. hat man einzeln unterzubringen. Dann hat es keinen Sinn, die Fanggefäße weit hinauf mit Schlamm zu füllen.

Es empfiehlt sich, sehr weite und niedrige Gefäße für alle derartige Zwecke zu wählen.

[1] Man vergleiche in diesem Zusammenhange auch: Naumann, E., Undersökningar öfver Fytoplankton och under den pelagiska Regionen försigaende Gyttje-och Dybildningar inom vissa Syd-och Mellansvenska Urbergsvatten (Deutsche Zusammenfassung!) Kungl. Svenska Vetenskapsakadem. Handlingar. Bd. 56. 1917.

4. Hauptteil.

Bemerkungen über die Durchforschung einiger besonderer Gewässerformen und von Schnee.

1. Vorbemerkungen.

Im nachfolgenden Abschnitt soll auf die Durchforschung einiger eigenartiger Gewässerformen kurz hingewiesen werden. Es betrifft dies die Bäche und Flüsse, die Quellgewässer, Brunnengewässer, Sümpfe und Moore, Thermal-

gewässer, Höhlengewässer und den Schnee. Die Forschungverfahren sind da fast durchwegs dieselben wie jene des Ufergebietes größerer Gewässerformen und mit ihnen wird durchwegs auszukommen sein. Wenn wir diesen Kleingewässerformen hier einen besonderen Abschnitt widmen, so geschieht dies vielmehr mit der Absicht, sie als Forschungsgebiete zu kennzeichnen und in dieser Beziehung besonders auf sie aufmerksam zu machen. Als Lebensräume besitzen sie vielfach ein ganz eigenartiges, chemisch-physikalisches Gepräge, das nun natürlich der Lebewelt auch wieder seinen besonderen Stempel aufdrückt. Unsere Absicht ist hier ausschließlich, eine ordnende Übersicht dieser Gewässerformen zu geben und auf das heute schon vorliegende Schrifttum hinzuweisen. Mit den Darlegungen in den vorangehenden drei Hauptabschnitten glauben wir damit auch dem Anfänger für entsprechende Untersuchungen genügend Anhaltspunkte gegeben zu haben.

Die biologische Durchforschung fließender Gewässer.

Das Gepräge der fließenden Gewässer ist höchst verschiedenartig. Es gibt nach Steinmann folgende Formen:

1. Quellen.

a) Tümpelquellen (Limnokrenen), beckenartige Quellen, die von unten ihr Wasser erhalten und durch Überquellen den Quellbach liefern. Untergrund schlammig oder sandig mit oft reichem Pflanzenwuchs.

b) Sturzquellen (Rheokrenen), mit sturzartigem Wasseraustritt, der alle Sinkstoffe sofort mitreißt und einen grobsandigen, steinigen, pflanzenarmen Untergrund zurückläßt.

c) Sicker- oder Rinnequellen sind insofern beachtenswert, als sie starke Beziehungen zu Erdlebensbezirken zeigen. Tropfendes Wurzelwerk, ständig feuchte Grundstellen usw. gehören dahin.

d) Quellrinnsale. Mit diesem Namen werden ganz kleine Wasseradern bezeichnet, die sich teilweise unter Geäst, dürrem Laub, Moos usw. verlieren und schwer als offene, strömende Ader zu erkennen sind. Erst mehrere dieser Quellrinnsale geben durch ihre Vereinigung ein Rinnengewässer von Bachform.

2. Bäche.

a) Hochgebirgsbach. Starkes Gefälle, wechselnde Geröllführung, Wärmelage des Wassers tief, aber beständig, oft wechselnde Wasserführung, Wasser vielfach mit Gesteinchen beladen. Pflanzenwuchs fast ganz fehlend.

b) Mittelgebirgsbach. Gefälle geringer, Geschiebeordnung und Lagerung beständiger; Masse der vom Wasser mitgeführten Stoffteilchen geringer, Wärmelage höher und Wasserführung beständiger als beim Hochgebirgsbach. Das Gepräge des Mittelgebirgsbaches kann in seinem Verlauf ziemlich wechseln. Steinmann unterscheidet da den rascher fließenden Forellenbach und den langsamer fließenden, mehr einen Zickzacklauf verfolgenden Äschenbach.

c) Fluß. Der Fluß ist vom Bach durch die größere Wassermasse ausgezeichnet. Der Oberflächenspiegel wird bei mittlerem Wasserstand nicht mehr von auftauchenden Steinen usw. unterbrochen, ist also einheitlich.

3. Talbäche.

Mit diesem Namen werden im Tal oder in der Ebene entspringende Quellen bezeichnet, die sich zu langsam fließenden, oft sumpfigen Gewässern entwickeln. Sie bilden eine Übergangsform zwischen stehenden und fließenden Gewässern.

Es liegt auf der Hand, daß jede dieser Fließgewässerformen ihr ganz besonderes, chemisch-physikalisches Gepräge aufweist und daß dieses Gepräge namentlich durch die Eigentümlichkeit der Wasserbewegung vom stehenden Gewässer verschieden ist. Auch in biologischer Hinsicht ist das Wesen der fließenden Gewässer von dem der stehenden mehr oder weniger verschieden. Der Forschung bieten sich auch da eine Menge eigenartiger Fragen. Das Gefüge des Haushaltes, des Stoffkreislaufes eines fließenden Gewässers ist von dem eines stehenden verschieden, und der Unterschied wird namentlich mit der Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit größer.

In Anpassung an die besonderen Verhältnisse zeichnet sich die Lebewelt der Fließgewässer durch Eigentümlichkeiten aus, von denen hier einige erwähnt seien, nämlich:

Dorso-ventrale Abflachung, Abflachung der Unterseite, Vergrößerung der Anheftungsfläche des Körpers, Vorrichtungen zum engen Anlegen des Körperrandes an die Unterlage. Ausbildung von Vorrichtungen zum Festhalten, wie Saugnäpfe usw. Häufige Rückbildung des Schwimmvermögens. Große Zahl sitzender (sessiler) Bewohner.

Doch sind diese Dinge noch wenig erforscht.

Hilfsmittel und Verfahren.

Im allgemeinen sind die Hilfsmittel und Verfahren der biologischen Durchforschung der

Fließgewässer dieselben wie die der stehenden. Sie entsprechen am meisten denjenigen zur Durchforschung des Ufergebietes. Wir verweisen auf den entsprechenden Abschnitt dieses Buches. Rechen, Pfahlkratzer und Handnetz bilden die wichtigsten Geräte. Für tiefere Stellen werden auch Dredsche, Schlammstecher usw. zur Anwendung kommen. Für den Planktonfang kommen je nach Umständen Planktonnetz, allenfalls Planktonwassermesser, Pumpe, Planktonnetz in Verbindung mit einem Liter-Schöpfgefäß, Planktonsieb, Planktonkammer usw. in Betracht.

Steinmann und Surbeck benutzten eine eigens für diesen Zweck gebaute Flußsohlendredsche mit einem dreieckigen Rahmen von 15 cm Seitenlänge, geschärften Rändern, drei großen an den Ecken angebrachten eisernen Ringen und drei Zugketten und Zugring von der Form

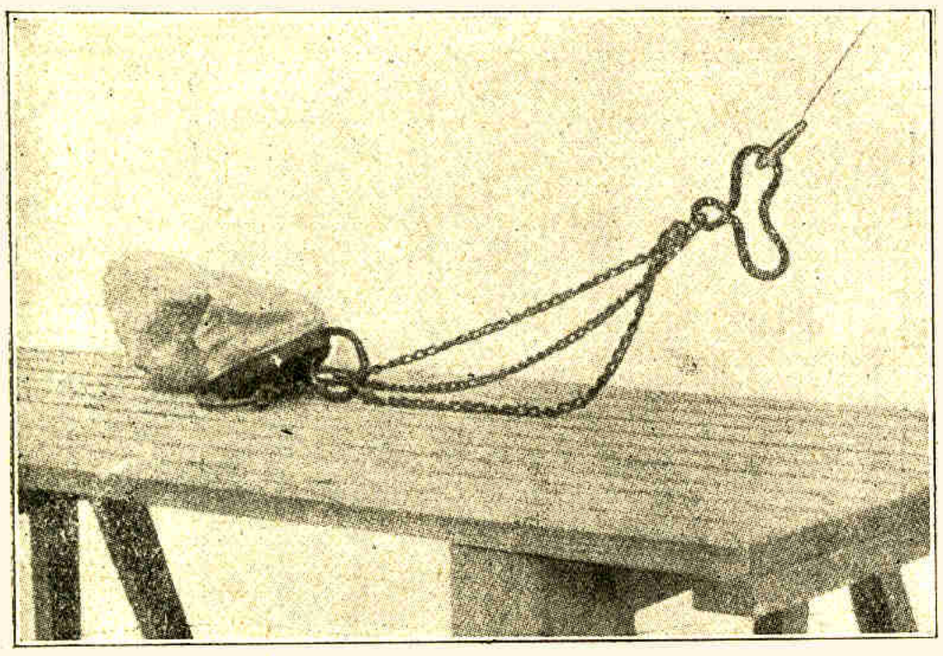


Abb. 153. Die Flußsohlendredsche in Arbeitslage. (Nach Steinmann und Surbeck.)

der Abb. 153. Das Netzchen ist nur kurz, kegelförmig, besteht aus Grießgaze und wird von einem hinten offenen Leinwandmantel umgeben.

Für die Biologie fließender Gewässer (Quellen, Bäche, Flüsse usw.) in Betracht kommende Schriften.

Brunnthaler, Planktonstudien. 1. Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. Verhandl. der k. k. Zoolog. bot. Ges. in Wien. Bd. 56. 1900.

Fritsch, Algological Notes. 6. The Plankton of some English rivers. Annales of Botany. Bd. 19. 1905.

Hentschel, Siehe S. 27. 1916—1917.

Hulwa, Die Selbstreinigung der Flüsse. Zeitschr. für Fischerei. 1905.

Kofoid, Siehe S. 27.

Kolkwitz, Siehe S. 28.

Lampert, Siehe S. 27.

Lauterborn, R., Das Projekt einer schwimmenden Station zur Erforschung des Tier- und Pflanzenlebens unserer Ströme. Verhandl. des 5. Internat. Zoolog. Kongresses. Berlin. 1901.

— Beiträge zur Mikrofauna u. -flora der Mosel. Mit besonderer Berücksichtigung der Abwasserorganismen. Zeitschr. f. Fischerei. Bd. 9. 1910.

— Siehe S. 28. 1913.

— Siehe S. 141.

Lauterborn, R. u. Marsson, Berichte über die Ergebnisse der biolog. Untersuchung des Oberrheins auf der Strecke Basel—Mainz und des Rheines auf der Strecke Weisenau—Mainz bis Koblenz—Niederwerth. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. 1907—10.

Limanowska, Die Algenflora der Limmat vom Zürichsee bis unterhalb des Wasserwerks. Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonkunde. Bd. 7. 1912.

Löw, Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse. Archiv für Hygiene. Bd. 12.

Marsson, Berichte über die Ergebnisse der biol. Untersuchung des Rheines auf der Strecke Basel bis Mainz. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. 1907 ff.

Neeracher, Die Insektenfauna des Rheines und seiner Zuflüsse bei Basel. Revue Suisse de Zoologie. Bd. 18. 1910.

Schiemenz, Vergleichung der Fruchtbarkeit von Seen und Flüssen. Fischereiver. d. Prov. Brandenburg. Neudamm. 1911.

Schwarz, von, Die Quellen und Wässer des Seebergs bei Gotha. Naturwissenschaftl. und Geschichtl. von Seeberg. Gotha. 1901. S. 58—68.

Spitta, O., Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Arch. f. Hygiene. 1910.

Steinmann, P., Die Tierwelt der Gebirgsbäche. Annales de Biologie lacustre. Bd. 2. 1907.

— Siehe S. 28. 1915.

— Die neuesten Arbeiten über Bachfauna (Sammelbericht). Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. 2. 1909.

Steinmann u. Surbeck, Siehe S. 141.

Thienemann, A., Die Verschmutzung der Ruhr im Sommer 1911. Zeitschr. für Fischerei. Bd. 16. 1912.

— Der Bergbach des Sauerlandes. Faunistisch-biologische Untersuchungen. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 5. 1912.

— Die Tierwelt der kalten Bäche und Quellen auf Rügen. Mitteil. nat. Ver. Neuvorpommern und Rügen. Bd. 38. 1906.

— Beiträge zur Kenntnis der westfälischen Süßwasserfauna. Die Tierwelt der Bäche des Sauerlandes. Jahresber. der westf. Prov. Ver. für Wissenschaft und Kunst. Bd. 40. 1911—12.

Ulmer, Siehe S. 29.

Voigt, W., überreste der Eiszeitfauna in mittelrheinischen Gebirgsbächen. Verhandlung des 14. Geogr.-Tages in Köln. 1903.

Volk, Siehe S. 29.

Wilhelmi, J., Die biologische Selbstreinigung der Flüsse. Weyls Handbuch der Hygiene. Bd. 2. 1914.

Zacharias, O., Zur Kenntnis der Mikrofauna fließender Gewässer. Biolog. Zentralblatt. Bd. 7. 1888.

— Das Potamoplankton. Zoolog. Anzeiger. Bd. 21. 1898.

Zimmer, über tierisches Potamoplankton. Biolog. Zentralblatt. Bd. 18. 1898.

Zimmer u. Schröder, Das Plankton des Oderstromes. Forschungsber. d. Biol. Station Plön. Bd. 7. 1899.
Zschokke, Die Tierwelt der Gebirgsbäche Chur. 1900.
— Die Tierwelt eines Bergbaches bei Säckingen im südlichen Schwarzwald. Mitteil. des bad. zoolog. Vereins. Bd. 11/12. 1902.
— Der Rhein als Bahn und als Schranke der Tierverbreitung. Verhandl. der naturforsch. Ges. in Basel. Bd. 30. 1919.

Sümpfe und Moore als Forschungsgegenstände des Biologen.

Kleingewässer, deren freie Wasserfläche mit Gramineen, Cyperazen usw. völlig überwachsen ist, bezeichnen wir als Sümpfe. Das Wasser ist wenig tief, meist klar, vielfach durch die Stengel des Bewuchses stark beschattet. Der Grund ist ein mit organischen Resten stark durchsetzter Schlamm, durchzogen von den Rhizomen und dem Wurzelwerk der erwähnten Pflanzen. Dadurch kommt für eine weitere Lebewelt ein Wohnraum von ganz besonderem Gepräge zur Ausbildung. Freilich werden im Ufergebiet von Seen und Teichen vielfach dieselben Bedingungen zusammentreffen. Der Sumpf kann infolgedessen als besondere Uferform gelten (Lauterborn).

In diesem Zusammenhang sei auch noch auf eine Lebewelt von ganz besonderem Gepräge hingewiesen, auf die zuerst Lauterborn aufmerksam gemacht hat, nämlich die sapropelische Lebewelt. Am Boden von Teichen und Sümpfen lagert, wie bereits erwähnt, ein mit organischen Stoffen stark durchsetzter Schlamm; bei genügendem Sauerstoffgehalt des Wassers wird diese organische Masse durch Selbstreinigung aufgearbeitet. Ist dies nicht der Fall, so kann es zur Anhäufung größerer faulender Pflanzenmassen kommen; der Sauerstoff schwindet dann infolge starker Zehrung ganz. Wie Lauterborn ausführt, treten dann an Stelle der gewöhnlichen Oxydationsvorgänge (Sauerstoffbindung), Reduktionsvorgänge unter Bildung größerer Mengen lebensfeindlicher Gase (Schwefelwasserstoff, Methan, Kohlensäure usw.). Der gewöhnliche, fast geruchlose Schlamm wird dann zum stinkenden Faulschlamm, in dem nur noch Lebewesen zu gedeihen vermögen, die auch ohne Sauerstoff, also anaërob, auskommen. Es ist dies die sapropelische Lebewelt Lauterborns, namentlich aus Schwefelbakterien, Protozoen (Pelomyxa palustris, Caenomorpha-, Discomorpha-, Pelodinium-, Dactylochlamys-, Pelomorpha-, Metopus-, Opisthodon-Arten), Rotatorien (Diplacidium, Diploïs, Atrochus usw.), Gastrotrichen, Nematoden, Ostrakoden, Kopepoden, Harpaktiziden, und Insektenlarven bestehend. (Lauterborn.)

Die Moore zeigen im Naturzustande ebenfalls auf große Strecken hin, nur wenige kleine, offene Wasserflächen; erst die Anlage von Torfgruben vermehrt sie.

Man unterscheidet Wiesen- und Hochmoore. Die ersteren weisen mehr oder weniger kalkreiches Wasser, einen aus Cyperazeen (Carex-Arten), Equiseten und Moosen, besonders Hypnazeen bestehenden Pflanzenwuchs und oft reiche Ablagerungen von Eisenoxydhydrat auf. Ihre Lebewelt zeigt Anklänge an diejenige der Sümpfe und Teiche einerseits, aber auch an jene der Hochmoore andererseits; als kennzeichnend für Wiesenmoortümpel führt Lauterborn Chironomidenlarven mit tragbarem Gehäuse, die Daphniden Bunops serricaudata und Kurzia latissima an.

Ganz besonderes Gepräge haben die Hochmoore; ihr Wasser ist, da es meist unmittelbar der Atmosphäre entstammt, arm an mineralischen Stoffen, aber reich an sog. Huminstoffen, die es braun färben; besonders hervorzuheben ist die Kalkarmut. Die Torfmoose (Sphagnum-Arten) gehören zur kennzeichnenden Pflanzenwelt. Die Zahl der für die Hochmoore eigenartigen Lebewesen ist überhaupt recht groß, namentlich der mikroskopischen.

Schriften zur Biologie dieser Gewässerformen.

Brehm, V., Mikrofauna des Franzensbader Moordistriktes. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkunde. Bd. 1. 1906.
Brockhausen, Fauna und Flora des Uffeler Moores. Jahresber. der Westfäl. Prov. Ver- für Wissenschaft u. Kunst. (Zoolog. Sekt.) 1901.
Düggeli, M., Die Schwefelbakterien. Neujahrsblatt der Naturforscher-Ges. Zürich. Nr. 121. 1919. (Bringt auch ein umfassendes Verzeichnis des vorliegenden Schrifttums.)
Früh u. Schröter, Die Moore der Schweiz. Beiträge zur Geologie der Schweiz. 1904.
Kleiber, Die Tierwelt des Moorgebietes von Jungholz im südl. Schwarzwald. Arch. für Naturgesch. Bd. 1. 3. Suppl. 1911.
Lauterborn, R., Die Sapropelische Lebewelt. Ein Beitrag zur Biologie des Faulschlammes natürlicher Gewässer. Verhandl. d. naturhistor. Vereins zu Heidelberg. N. F. 13. Bd. 1915.
— Siehe S. 28. 1913 u. S. 134.
Roux, J., Faune infusorienne des eaux stagnantes des environs de Genève. 1901.
Schlenker, G., Geologisch-biologische Untersuch. in Torfmooren. Mitteil. Geol. Abteil. d. Württ. Statist. Landesamtes. 1908.
Ulmer, G., Zur Fauna des Eppendorfer Moores bei Hamburg. Verhandl. d. naturw. Ver. Hamburg. 3. Folge. 1903.
— über die niedere Tierwelt der Moorgewässer. 2. Ber. d. Hamburg. Lehrerv. für Naturkunde. 1903—05.

Zacharias, O., Zur Kenntnis der niederen Flora und Fauna holsteinischer Moorsümpfe. Forsch.-Bericht aus der Biol. Anstalt Plön. Teil 10. 1903.

Zur biologischen Durchforschung der Höhlengewässer.

Die Höhlen, namentlich jene des Kalkgebirges, weisen vielfach auf weite Strecken Rinnsale, Kolke, Becken, Seen usw. auf. Die Kühle dieser Gewässer und das Dunkel der Höhlen prägen auch hier einen ganz eigenartigen Lebensraum, der in den besonderen Zügen der Lebewelt der Höhlengewässer deutlich zum Ausdruck kommt; dies gilt namentlich für die Tierwelt. Für sie ist kennzeichnend die weitgehende Rückbildung der Sehorgane oder deren völliges Fehlen, die starke Entwicklung der Organe des Tastsinnes und das Ausbleichen der Körperfarbstoffe (deshalb weiße bis blaßrötliche Farbe und große Durchsichtigkeit der Gewebe.) (Lauterborn.)

Die Zahl der ausgesprochenen Höhlentiere ist recht groß; fast alle Tiergruppen liefern Vertreter; so weisen auch die Höhlengewässer zahlreiche Formen auf. In Europa sind wohl die Gebiete des Karstes am reichsten (Istrien, Dalmatien, Albanien und die Herzegowina). Sehr weitreichende Fragen der allgemeinen Biologie knüpfen sich an diese Höhlenlebewelt (Lehre von den Anpassungen usw.) und ihr so eigenartiges Gepräge.

Schriften über die Biologie der Höhlengewässer.

Alzona, Sulla fauna cavernicolà dei Monti Berici. Monitore Zoolog. ital. Bd. 14. S. 328. 1903.

Banta, The fauna of Magfield's Cave. Washington. 1907.

Carl, J., Höhlenfauna der insubrischen Region. Revue Suisse de Zoologie. Bd. 14. 1906.

Chevreux, Amphipodes des eaux souterraines de France et d'Algérie. Bull. Soc. Zoolog. France. Bd. 26. 1901.

Chilton, The subterranean Amphipods of the British Isles. Journ. of Linnean Soc. London. 1900. Zool. Bd. 28.

Eigenmann, A contribution to the Fauna of Caves of Texas. Proceed. of American Association Advanc. Sciences. Bd. 49. 1900.

Enslin, Die Höhlenfauna des Fränkischen Jura. Mitt. aus d. K. Naturalienkabinett zu Stuttgart. Abhandl. der naturhistor. Ges. zu Nürnberg. Bd. 16. 1906.

Geyer, Die Lartetien des Süddeutschen Jura und Muschelkalkgebietes. Zool. Jahrbücher. Abtlg. Systematik. Bd. 26. 1908.

Graeter, E., Die Kopepoden der unterirdischen Gewässer. Archiv für Hydrobiologie u. Planktonkunde. Bd. 5. 1910.

— Die zoologische Erforschung d. Höhlengewässer seit dem Jahre 1900 mit Ausschluß der Vertebraten. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrographie. Bd. 2. S. 257. 1909. (Umfangreiche Schriftenangaben.)

Hamann, O., Europäische Höhlenfauna. Jena 1896. Zusammenfassendes Werk!

Jonescu, Faune des grottes dans les Carpathes de Roumanie. Jassy, Univ. 1912.

Knebel, Höhlenkunde mit Berücksichtigung der Karstphänomene. Braunschweig. 1906 in: Die Wissenschaft.

Kofoid, The Plankton of Echoriver, Mammoth Cave. Transact. Amer. Microscop. Soc. 1900. Bd. 21.

Lampert, Tiere und Pflanzen der Jetztzeit in den schwäbischen Höhlen. Mitt. des K. Naturalienkabinetts Stuttgart. Nr .60. 1908.

Miethe, Carl, Asellus cavaticus Schiödte. Ein Beitrag zur Höhlenfauna der Schweiz. Revue suisse de Zoologie. Bd. 7. 1899.

Paganetti-Hummler, Die Höhlenfauna Österreich-Ungarns und des Okkupationsgebietes. Österr.-ungar. Revue. Bd. 29. 1902.

Racovitza, E. G., Essai sur les problèmes biospéléologiques. Archive de Zoologie expérimentale. 4. Sér. Bd. 6. 1902.

Schneider, R., Amphibisches Leben in den Rhizomorphen bei Burgk. Sitzungsber. d. k. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. Bd. 39. 1886.

Vergl. überhaupt sämtliche Aufsätze von Racovitza und seinen Schülern unter Biospéléologica in den Archives de Zoologie expérimentale et générale 4° série Bd. VI, VII, VIII und IX. 5° série Bd. I, II, IV, V, VI, VII u. ff.

Viré, La Biospéléologie. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. Bd. 139. 1904.

Für Fragen der Höhlenforschung im weitesten Sinne, also alle diesbezüglichen Teilwissenschaften vereinigend, sei dem Leser folgende Zeitschrift empfohlen:

Spelunca. Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie. Paris, Siège de la Société. Rue de Lille 34.

Zur biologischen Durchforschung von Brunnen.

Tiefe Brunnen weisen eine Lebewelt, namentlich Tierwelt auf, die enge Beziehungen zur Höhlenfauna zeigt. Hier dürfte auch bei uns in Europa noch manch schöner Fund gemacht werden; am reichsten hat sich bis heute der artesische Brunnen bei San Marcos in Texas (58 m tief) erwiesen, der zahlreiche ihm eigentümliche Arten aus den Gruppen der Krebstiere, ja sogar eine besondere blinde Schwanzlurchenform, die Typhlomolge Rathbuni aufwies.

Schriften zur Biologie der Brunnengewässer.

Bornhauser, K., Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels. Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Biol. Supplemente. Bd. 5. 1912.

Kräpelin, Carl, Die Fauna der Hamburger Wasserleitung. Abhandl. d. naturwiss. Vereins in Hamburg. Bd. 9. 1886.

Lauterborn, R., Beiträge zur Süßwasserfauna der Insel Helgoland. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. Neue Folge. Bd. 1. 1896.

Moniez, R., Faune des eaux souterraines du Département du Nord et en particulier de la ville de Lille. Revue biologique du nord de la France. Bd. 1. 1889.
Rehberg, H., Zwei neue Crustaceen aus einem Brunnen auf Helgoland. Zoolog. Anz. 3. Jahrg. 1880.
Vejdovski, F., Tierische Organismen der Brunnenwasser von Prag. 1882.
Vries, H. de, Pflanzen und Tiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung. 1890.

Zur biologischen Durchforschung von heißen Quellen (Thermalgewässern).

Ein bei uns noch wenig gründlich durchforschtes Gebiet ist die Biologie der heißen Quellen. Im Versuch gelingt es oft, namentlich Tiere, aber auch Pflanzen an außerordentlich hohe Wärmelagen zu gewöhnen und da zu züchten (bis 40° C). Die Natur geht aber noch weiter; es gibt Quellen von über 50° C Wärme, die noch eine Lebewelt aufweisen. Neben lebenden Formen, die auch sonst weit verbreitet sind und die eben Wärmeschwankungen innerhalb sehr weiter Grenzen ertragen, gibt es solche, die auf sehr hohe Temperaturen abgestimmt sind und nur in solchen vorkommen. Einige Beispiele mögen dies erläutern. Issel fand in den Quellen von Viterbo bei 50—52° C eine Amöbe und das Wimpertierchen Nassula elegans. Die Käfer Bidessus geminus Fabr. und B. thermalis Germar leben in den Thermen von Aqui (Piemont), den Thermen der Euganeen (bei Padua), in Campiglia Marittima (Toskana) usw. bei 35—45° C. Auch Vertreter der Hydrophiliden-Gattung Laccobius sind in den Thermen von Italien weit verbreitet, weiter Schnecken, namentlich Hydrobia aponensis (Thermen von Albano) und Bithynia thermalis, die noch bis 53° C gefunden wurde. Auch Fische gehen noch in recht heißes Wasser, z. B. Sparus Desfontainii in Tunis bis 37,5° C. Doflein erwähnt die Forelle Salma Mykiss Walb. aus dem Gebiet des Yellowstoneparks in Nordamerika; Catostomus griseus soll noch bei 31° C vorkommen usw. Die Zahl der niederen Wirbellosen aus der Gruppen der Anneliden, Nematoden (z. B. Dorylaimus atratus v. Linstow), Rotatorien (z. B. Philodina roseola bei 45—46° C) usw., die heiße Quellen bewohnen, mag viel größer sein, als dies meist vermutet wird. Heute fehlt es uns diesbezüglich noch an Untersuchungen und auch an einer zusammenfassenden Darstellung des bereits Erreichten. Einige Hinweise auf das vorhandene Schrifttum mögen hier noch folgen.

Issel, Rafaele, Saggio sulla Fauna termale italiana. Atti R. Accademia delle Scienze di Torino Bd. 36. 1900.
— Studi sulla fauna termale euganea. Boll. d. Museo di zoolog. e Anat. comp. d. R. Univ. di Genova. No. 108. 1901.
— Osservazioni sopra alcuni animali della fauna termale italiana. Atti della Società ligustica di Scienze Naturali e Geografiche. Bd. 12. 1901.
— Sulla biologia termale. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. 1. 1908.
Miyoshi, M., Studien über die Schwefelrasenbildung und die Schwefelbakterien der Thermen von Yumoto bei Nikko. Journal of the College of Science, Imperial University. Tokyo. Bd. X. 1897.
Pavesi, P., Dalle mie annotazioni zoologiche (IV Prime linee di uno studio zoologico delle nostre acque minerali). Rendiconti R. Istituto Lombardo. Serie II. Bd. XIV.
Perroncito E., Osservazioni fatte alle Terme di Valdieri. Annali R. Accademia di Agricoltura di Torino. Bd 32. 1889.

Zur biologischen Durchforschung von Salzgewässern des Binnenlandes.

Abgeschlossene Altwasser an der Meeresküste, aber auch Gewässer im Binnenlande (z. B. in salzreichen Landstrichen), zeigen oft einen außerordentlich hohen Salzgehalt. Erreicht dieser nicht einen allzuhohen Betrag, so entwickelt sich auch da eine eigenartige Lebewelt, auf die hinzuweisen wir in dieser Arbeitsanleitung nicht umgehen können. Sogar sehr salzreiche Wasser, wie das Tote Meer oder diesem ähnliche Seen in Utah können nach starken Regengüssen in abgeschlossenen Teilen infolge Aussüßung eine derartige Lebewelt aufweisen. Salzseen geringerer, aber doch im Verhältnis zum Meere hoher Salzanreicherung gibt es in allen Erdteilen und fast in allen Ländern. Sie sind nur vereinzelt etwas näher durchforscht, bieten also dem jungen Hydrobiologen ein recht aussichtsreiches Arbeitsfeld. Besonders sei hingewiesen auf die salzreichen Lagunen und Salinengräben an der Meeresküste, die viel Fesselndes bieten.

Thienemann und R. Schmidt haben in neuerer Zeit die Salzwassertierwelt Westfalens eingehender untersucht und sind zu reichen und wichtigen Ergebnissen gekommen. Sie konnten feststellen, daß bei 2½ % Salzgehalt die Tierwelt noch recht reich ist; mehrere sonst ausgesprochene Süßwasserformen wie Nepa, Sialis, Agrioniden, Limnophiliden, Fliegenlarven, Gammarus, Hydrophantes, Chydorus sphaerirus, Simocephalus vetulus, Cyclops serrulatus, Limnaea ovata usw.,

finden sich noch in diesem schwach salzhaltigen Wasser; die beiden Forscher bezeichnen sie als haloxen, da sie nie in großer Individuen-, wohl aber in großer Artenzahl auftreten. Im Gegensatz dazu finden sich die sogenannten halophilen Organismen oft in ungeheurer Individuenzahl. Thienemann und Schmidt rechnen dahin z. B. Lumbricillus lineatus (Oligochaeta), Cyclops bisetosus, C. bicuspidatus (Copepoden-Krebse), Symplecta stictica, Culex dorsalis, Dicranomyia modesta, Limosina limosa, L. fontinalis (Fliegenlarven) und auch den großen und kleinen Stichling (Gasterosteus aculeatus, G. pungitius) usw.

Eine weitere Gruppe, die Halobien, findet sich gewohnterweise nur im Salzwasser; dahin gehören: Brachionus Mülleri (Rädertier), Ochthebius marinus (Käfer), Ephydra micans, E. riparia, E. Scholtzi (Fliegen).

Bei einem Salzgehalt von etwa 10 % fand Thienemann in Westfalen noch die Larve der Schmeißfliege Musca vomitoria, die Cladoceren-Krebse: Chydorus sphaericus und Simocephalus vetulus und Larven der Stechmücke (Culex pipiens).

Bei 16 % Salzgehalt fanden sich noch ungeheure Mengen von Fliegenlarven der Gattung Ephydra; bei 22 % Salzgehalt war in diesen Gewässern Westfalens kein Leben mehr festzustellen. An andern, namentlich wärmeren Örtlichkeiten sollen aber Chironomidenlarven, Canthocamptus sp., Oligochäten usw. noch in Wasser mit höherem Salzgehalt gehen.

Schriften über dieses Gebiet:

Thienemann, Die Salzwassertierwelt Westfalens. Verhandlungen d. deutschen Zoolog. Ges. 1913.

— Die Chironomidenfauna Westfalens. (Beiträge zur Kenntnis der westfälischen Süßwasserfauna. VII.) 46. Jahresber. des Westfäl. Provinzialvereins f. Kunst u. Wissenschaft (Zoolog. Sekt.) für das Jahr 1917/18. Münster. 1919.

Schmidt, R., Die Salzwasserfauna Westfalens. Jahresber. d. westfälischer Provinzialverein f. Wissenschaft u. Kunst. 1913.

Steuer, A., Biologisches Skizzenbuch für die Adria. Leipzig 1910. (Behandelt auch die Salinen- und Lagunenfauna!)

Die biologische Durchforschung von vorübergehenden (ephemeren bez. periodischen) Gewässern.[1]

Auch auf diese Gewässerformen müssen wir hier kurz hinweisen, gehören sie doch ebenfalls ins Arbeitsgebiet des Hydrobiologen. Wir rechnen hierher Schmelzwassertümpel, wie sie sich namentlich im Frühjahr bilden, Regenlachen, Regenpfützen (sowohl in Wald als Feld), kurz alle jene Kleingewässer, die bei Regen sich bilden, selbst die Wasseransammlungen in hohlen Baumstrünken, Regenfässern, Jauchefässern usw. Dahin gehören auch alle jene Tümpel und Lachen, die im Überschwemmungsgebiet von Flüssen usw. sich bilden. Alle diese Wasseransammlungen sind zeitlich sehr beschränkt. Diese ihre Haupteigenart prägt im wesentlichen ihre Lebewelt. Nur Lebensformen, die fähig sind, in dieser kurzen verfügbaren Zeit den Entwicklungskreislauf voll zu durchlaufen oder die vermögen, die trockene Zeit im Zystenzustand oder sonstwie zu überdauern, können diese Gewässer bewohnen. Je nach der Jahreszeit, in der sie entstehen, wird die Lebewelt ebenfalls verschieden sein. Vielfach erwärmt das Wasser dieser Tümpel sich außerordentlich stark; dies bewirkt, daß wieder nur besondere Lebensformen da wohnen können. Von tierischen Wesen erfüllen diese Forderungen am besten gewisse Protozoen, rhabdozöle Turbellarien, einige Kopepoden und Phyllopoden, von diesen letzteren besonders die Euphyllopoden.

Lauterborn erwähnt für die im Frühjahr sich bildenden Schmelzwassertümpel der Wiesen, Moore und Wälder (Wasser klar, selten von höherer Wärme):

Branchipus Grubei, Lepidurus apus } Phyllopode Krebse;
Dalyellia viridis und andere Arten dieses Genus, Olisthanella, Mesostomum } rhabdozöle Turbellarien;
dann vereinzelte Rotatorien und Daphniden;

für die Schmelzwassertümpel der Arktis:

Lepidurus glacialis, Polyartemia forcipata, Artemiopsis, Branchinecta paludosa (sogar bis südwärts der Tatra) } Phyllopode Krebse;

für Regenwasserlachen des Sommers auf Äckern, Triften, Ränder von Feldwegen usw. mit meist lehmiger Unterlage und vielfach mehr oder weniger getrübtem und erwärmtem Wasser:

Apus cancriformis, Branchipus stagnalis, Cyzicus, Leptestheria } Euphyllopode Krebse;
Moina von den Daphniden;

[1] In diese Gruppe von Gewässerformen sind auch die „Weihwasserbecken" die öfters auch ihre Lebewelt aufweisen, einzureihen, dann die sog. „Rundhöckertümpel" Levanders, die durchaus nicht nur auf Schwedisches und finnisches Gebiet beschränkt sind.

Hydatina senta von den Rotatorien;
Euglena-, Chlamydomonas-, Glenodinium-, Didinium- usw. =Arten von den Protozoen;

für überschwemmte Wiesen mit klarem Wasser:
Limnadia lenticularis } Phyllopode Krebse;
Lynceus brachyurus }
Megalotrocha semibullata und spinosa (Rotatorien).

In derartigen Gewässerformen siedeln sich, wenn sie länger dauern, auch zahlreiche Insekten an, Wasserkäfer, Fliegen= und Mückenlarven, Ephemeridenlarven, Wanzen, besonders Corixa-Arten usw. usw.

Schriften dazu:

Brauer, F., Das organische Leben in periodischen Wassertümpeln. Verein z. Verbr. naturw. Kenntnisse. Wien. Bd. 31. 1891.
Müller, Robert, Tanymastix lacunae (Guérin) aus dem Eichener See (südl. Schwarzwald). Zeitschrift für Biologie. Bd. 69. 1918.
Lauterborn, R., Süßwasserfauna in: Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 9. Seite 910. Jena. G. Fischer. 1913.

Überrieselte Felsen als besondere Kleingewässerformen.

Auch diese Kleingewässerform, die zuerst von Thienemann erkannt und dargestellt wurde, ist hier zu erwähnen. Die Tierwelt, beständig in dünnster Schicht überrieselter, sonnbestrahlter Felswände ohne höhere Pflanzenwelt, wird als Fauna hygropetrica bezeichnet. Die Kleinpflanzen dieser eigenartigen Gewässerformen gehören hauptsächlich zu den Cyanophyzeen, Diatomeen, Chlorophyzeen u. a. Algen. Aus der Tierwelt sind namentlich die Insekten reich vertreten, darunter auch einige typische Formen, wie Larven der Trichopterengattung Stactobia (St. fuscicornis, St. Eatoniella), Tinodes-Arten, Helicopsyche-Arten usw., weiter Fliegenlarven z. B. von Orphnelia testacea, Dactylolabis-Arten, Pericoma nubila, Dicranomya trinotata, Dixa maculata, Hermione pulchella, dann die Wanze Hydrometra stagnorum usw.[1]

Moosrasen und Pflanzenpolster als Wohnstätten einer Wasser-Kleinwelt.

Feuchte Moosrasen und Pflanzenpolster aller Art beherbergen eine recht beträchtliche Kleinwelt in dem aufgespeicherten in Tropfenform vorhandenen Wasser. Verdunstet dieses vollständig, so schützt sich die Großzahl der Moosbewohner durch Zystenbilden oder durch die sogenannte Trockenstarre. Sie können damit monate=, ja jahrelang die Abwesenheit von Wasser ertragen, erwachen dann aber bei Eintreffen von Feuchtigkeit sofort wieder zum Leben und setzen ihren Entwicklungskreislauf fort. Es würde zuweit führen, hier auf die Zusammensetzung dieser Lebewelt, die recht reich ist, näher einzutreten. Ich glaubte, darauf hinweisen zu müssen, da es sich auch hier eigentlich um eine Wasserlebewelt handelt, freilich um eine solche, die schon mit mikroskopisch kleinen Wohngewässern zufrieden ist und gewissermaßen schon den Übergang vom Wasserleben zum Landleben halb vollzogen hat.

Bezüglich des hier vorliegenden Schrifttums möge der Leser die Zusammenstellung nachsehen, die ich im 7. Jahrg. des Mikrokosmos (1913/14) in der Aufsatzreihe

Steiner, G., Mikrobiologische Lebensgemeinschaften in Einzelbildern. 1. Die mikroskopische Tierwelt der Moospolster.

gebracht habe.

Bemerkungen über die Wasserlebewelt in pflanzlichen Kleingewässern (Kannenpflanzen usw.)[1]

Schließlich müssen wir den Hydrobiologen auch noch auf eine Wasserlebewelt aufmerksam machen, deren Wohnraum ein Kleinteich allergeringsten Ausmaßes darstellt. Es sind dies alle jene wassergefüllten Behälter und Kannen, die von Pflanzen namentlich heißer Erdstriche gebildet werden, seien es nun kannenartige Blätter oder mit Regenwasser gefüllte Nischen (z. B. Tillandsien) usw. Diese Zwerggewässer sind bewohnt; zum Teil ist aber ihre Lebewelt noch kaum bekannt. Wunderbares ist im letzten Jahrzehnt über dieselbe gemeldet worden. In den Kannen der Nepenthespflanzen werden ja alle einkriechenden oder hineinfallenden Wesen verdaut und von der Pflanze gefressen. Am Grunde der Kannen sammelt sich die mit Verdauungssekreten versehene Flüssigkeit an. Es gibt nun aber Lebewesen, die „enzymhart" sind oder Gegenenzyme aussondern und in diesen mit Verdauungssekreten geschwängerten Zwergteichen zu leben vermögen, ja ihre ganze Entwicklung dort durchmachen. Jensen zählt 3 Fliegen=, 4 Mücken=, 1 Milben= und 1 Nematodenart auf, für welche dieses zutrifft. Wir glaubten auch in diesem Buche auf diese wundervolle Erscheinung von Spiel= und Gegenspiel aufmerksam

[1] Vergl. dazu: Thienemann, Orphnephila testacea. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fauna hygropetrica. Ann. Biol. lacustre. Bd. 4. 1910.
— Siehe Seite 138. 1919.

[1] Dahin gehören auch die Kleingewässerbecken, die von den tropischen Bromeliazeen gebildet werden.

machen zu müssen und verweisen den Leser für Näheres namentlich auf folgende Arbeiten:

Jensen u. de Meijere, Nepenthes-Tiere. Ann. du Jard. Bot. Buitenzorg. 3. Suppl. 2. Part. Leiden 1910.

Günther, K., Die lebenden Bewohner der Kannen der insektenfressenden Pflanze Nepenthes destillatoria auf Ceylon. Zeitschr. f. wissensch. Insektenbiologie IX. 1913.

Wagner, Die fleischfressenden Pflanzen. Aus Natur und Geisteswelt. Bd. 344.

Schnee und Eis als Gegenstände biologischer Forschungen.

Schnee und Eis sind besondere Formzustände des Wassers. Auch sie haben ihre Lebewelt; sie wird sogar mit dem Namen Kryoplankton bezeichnet. Wir glauben, den Hydrobiologen hier am Schlusse auch noch auf dieselbe aufmerksam machen zu müssen. Der Schnee hat eine eigene Flora und auch eine besondere Tierwelt. Da zu ihrer Untersuchung keine besonderen Verfahren nötig sind, sollen nur die wichtigsten Schriften hier aufgeführt werden; mit deren Hilfe wird es dem Leser möglich sein, sich zurecht zu finden.

Berggren, S. Alger fran Grönlands inlandis. Kongl. Vetenskap.-Akad. Förhandl. Stockholm. 1871.

Bohlen, Snöalger fran Pite Lapp-mark. Botaniske Notiser. 1893.

Chodat, Flore des neiges du col des Escandies Bull. de l'herbier Boissier. Genève. 1896.

Lagerheim, Bidrag till känedomen om snöfloran i Lulea Lappmark. Botaniske Notiser. 1883.

— Die Schneeflora des Pichincha. Berichte der Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 10. 1892.

Meunier, Notice sur la florule des neiges et des glaces de la Mer de Kara. Campagne arctique du Duc d'Orleans en 1907.

Aurivillius, Eine Anguillulide aus der Schneefauna Spitzbergens. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Bd. 8. 1883.

Steiner, Das Kryoplankton, die mikroskopische Lebewelt auf Schnee und Eis. Mikrokosmos. 8.. Jahrgang. 1914/15.

Suchlandt, O., Eine Dinoflagellate aus rotem Schnee. Ber. der Deutschen botan. Ges. Bd. 34.

Schlußwort: Die wirtschaftliche Bedeutung hydrobiologischer Forscherarbeit; Winke für die praktische Verwertung eigener Untersuchungsergebnisse.

Die Hydrobiologie ist heute angewandte Wissenschaft geworden.[1] Ihre diesbezügliche Bedeutung liegt vor allem auf dem Gebiete der Fischerei im weitesten Sinne, auf dem der Abwässerfrage und der Hygiene.

Fischereiliche Bestrebungen haben ja beispielsweise in hohem Grade überall treibend an der Gründung hydrobiologischer Versuchsanstalten mitgewirkt. Man hat erkannt, daß auch ein Gewässer bewirtschaftet sein will, daß man auch in einem Gewässer nicht immer nur ernten kann, ohne zu säen und zu düngen. Richtig betriebene Fischereiwirtschaft jeder Art, betreffe sie nun Austern, Krebse oder Fische usw., setzt aber die Kenntnis des Lebenshaushaltes, des Stoffkreislaufes, des Lebensgeschehens des zu bewirtschaftenden Gewässers überhaupt voraus. Je besser dieses letztere bekannt ist, um so mehr kann der für uns Menschen nützliche Ertrag gehoben werden, um so größer wird letzten Endes der wirtschaftliche, der geldliche Nutzen.

Wir meinen, daß die letzten Kriegsjahre die Bedeutung dieser Sache genügend erwiesen haben. Die Biologie insgesamt ist als solche noch viel zu wenig angewandte Wissenschaft gewesen. Das wird nun zukünftig wohl auch besser werden und dann werden Völker und Staaten hoffentlich auch in ihren Leistungen großzügiger sein und ernste wissenschaftliche Bestrebungen dieser Richtung in höchstem Maße fördern.

Einiges ist in dieser Richtung bisher schon geschehen. Wir möchten nur auf die Gründung und die Arbeiten der „Internationalen Kommission für Meeresforschung" hinweisen. Sie begann ihre Arbeit im Jahre 1902 und bezweckte vorerst namentlich die Frage der Überfischung der Nord- und Ostsee, wie überhaupt des nördlichen anstoßenden Teiles des Atlantischen Ozeans zu untersuchen.

Eine ganze Anzahl Länder, nämlich Belgien, Dänemark, Deutschland, England, Finnland, Holland, Irland, Norwegen, Rußland, Schweden und Schottland vereinigten sich hier zu einheitlicher Zusammenarbeit. Die Arbeiten dieser Kommission sind niedergelegt in mehreren Reihen von Veröffentlichungen, nämlich:

1. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions. (Seit 1903.)

2. Bulletin trimestrial des résultats croisières périodiques. (Seit 1902.)

3. Publications de circonstance. (Seit 1903, Nr. 1 u. ff.)

4. Bulletin statistique.

Die „Kommission" hat ihren Hauptsitz in Kopenhagen: Conseil Permament International pour l'Exploration de la Mer. In den beteiligten Ländern besteht je eine besondere „Landeskommission". In Deutschland werden diese Arbeiten beispielsweise ausgeführt durch:

1. Das Laboratorium der Preußischen Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen

[1] Vergl. dazu: Wilhelmi, J., Seite 29. 1919.

Meere in Kiel, mit je einer biologischen und hydrographischen Unterabteilung.

2. Die Preußische Biologische Anstalt auf Helgoland.

3. Das Laboratorium des Deutschen Seefischerei-Vereins in Berlin. —

Man braucht nur die Berichte dieser verschiedenen Ausschüsse durchzusehen, um einen Begriff von der großen wirtschaftlichen Bedeutung der Arbeiten, die hier geleistet werden, zu erhalten.

Es würde uns zu weit führen, auf alle ähnlichen Einrichtungen, Forschungsbetriebe und Arbeiten hier hinzuweisen.

In die Fischereiwirtschaft und weiter in die Volksgesundheitspflege spielt die Abwässerfrage hinein. Die von unsern Städten und den unzähligen Werkbetrieben erzeugten Abwässer haben diese Frage gezeitigt. Diese Abwässer erweisen sich nämlich von verderbendem Einfluß auf den Nutzfischbestand unserer Gewässer und bewirken zum Teil auch eine Verpestung ganzer Gebiete durch faulende Sinkstoffe usw. Die Abwässerfrage wird so zu einer Frage sowohl der Fischer wie überhaupt der Anbewohner eines betroffenen Gewässers. Beide verlangen naturgemäß die Beseitigung dieser Abwässer oder doch ihrer Wirkung.

Was auf diesem Gebiete die Forschung an Tatsachen bereits gesammelt hat, findet der Leser in einem schon recht umfangreichen Schrifttum niedergelegt. Die wichtigsten dieser Arbeiten mögen hier überblicksweise genannt werden. An Hand derselben wird der Leser die Ergebnisse, den heutigen Stand der Fragen und die neuen Fragestellungen kennen lernen. Da wird er auch die Anknüpfungspunkte für seine Untersuchungen und vor allem Richt- und Leitlinien für diese finden. Wir können natürlich auch hier nur einiges von sehr vielem anführen.

Dost u. Hilgermann, Grundlinien für die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. 2. Aufl. von Prof. Dr. R. Hilgermann u. Dr. Aug. Zitek. G. Fischer, Jena 1919.

Emmerling, Praktikum der Wasseruntersuchung Berlin, Bornträger. 1914.

Haempel, O., über die Selbstreinigung der Gewässer und eine neue Methode der Reinigung städtischer Abwässer. Zeitschr. des österr. Ing.- u. Architektenvereins. Nr. 12. 1914.

Hentschel, E., Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. Mitteil. aus dem Zoolog. Museum zu Hamburg. Bd. 33. 1916.

— Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg. Ebenda Bd. 34. 1917.

Hofer, B., über die Mittel und Wege zum Nachweis von Fischwasserverunreinigungen durch Industrie- und Städteabwässer. Allg. Fischereizeitung. Bd. 26. 1901.

— über die Vorgänge der Selbstreinigung im Wasser. Münchner Medizin. Wochenschrift. 1905.

Kolkwitz, R., Biologie des Trinkwassers, Abwassers und Vorfluter. Handbuch der Hygiene. 2. Bd. 2. Abt. Wasser und Abwasser. Hirzel, Leipzig. 1911.

— Das Plankton des Rheinstromes, von seinen Quellen bis zur Mündung. Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. 30. 1912.

— über schädliche Organismen in Abwässern u. Vorflutern. Zeitschr. des Vereins der deutschen Zuckerindustrie. Bd. 64. 1914.

Kolkwitz u. Marsson, Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von der biolog. Gewässerbeurteilung. Intern. Revue d. gesamt. Hydrobiologie und Hydrographie. Bd. 2. 1909.

Lauterborn, R., Die Verunreinigung der Gewässer und die biologische Methode ihrer Untersuchung. Ludwigshafen. 1903.

— Die biologische Selbstreinigung unserer Gewässer. Verh. d. naturhistor. Vereins d. Preuß. Rheinlande und Westfalens. 68. Jahrg. 1911.

— Siehe S. 135.

— Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. 1., 2. und 3. Sitzungsbericht der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. 1916, 1917, 1918.

Potonié, Klassifikation und Terminologie der rezenten Kausto-Biolithe und ihrer Lagerstätten. Abhandl. d. K. Preuß. Geol. Landesanst. und Bergakademie. N. F. H. 49. 1906.

— Die rezenten Kausto-Biolithe und ihre Lagerstätten. Bd. 1. Die Saprolithe: in Abhandl. d. K. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Berlin. 1908.

Schiemenz, P., Das Aussticken der Fische im Winter durch Abwässer der Zucker- und Stärkefabriken. Zeitschr. f. Fischerei.. Bd .11. 1903.

— Weitere fischereiliche Studien über organische Abwässer. Zeitschr. f. Fischerei. Bd. 13. 1906.

— Die Einwirkung der Sielabwässer von Hamburg-Altona auf den Altonaer Hafen. Zeitschr. für Fischerei. Bd. 14. 1914.

Steinmann u. Surbeck, Die Wirkung organ. Verunreinigungen auf die Fauna schweizerischer fließender Gewässer. Sekretariat der Schweiz. Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei in Bern. 1918.

Thienemann, A., Wesen, Art und Grenzen der biologischen Wasseranalyse. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel. Bd. 27. 1914.

Wilhelmi, J., Kompendium der biologischen Beurteilung des Wassers. Jena. G. Fischer. 1915.

— Übersicht über die biologische Beurteilung des Wassers. Sitzungsber. d. Ges. naturforschender Freunde. Berlin. 1916.

Wundsch, Fischerei und Industrie im Gebiet der Sieg und ihrer wichtigsten Zuflüsse. Zeitschr. für Fischerei. Bd. 14. 1915.

— Besitzen wir eine für Praktiker verwendbare Methode der biologischen Bonitierung von Fischgewässern? Allgem. Fischereizeitung. 42. Jahrgang. 1917.

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Aalkörbe, ihre Verwendung als Reuse	118
Absondern von Organismen aus geschlämmten Proben	131
Abwasser, Abwässerfrage	141
Agassiz, Tiefseekurre	117
„ Schwabber-Balken	119
Akkumulatoren bei Loten, Dredschen usw.	34
Altwasser am Meere	137
Ammoniak im Wasser, Nachweis	56
Aquarien als Hilfsmittel des Hydrobiologen	20
Arbeiten, streng wissenschaftliches, genaues	13
Aufbewahren von Schlammstecher-Proben	123
Aufrollvorrichtungen	31
Ausführung von Dredschfängen	117
Ausführung von Grundfängen mit dem Schwabber	119
Bachmannsche Schlammröhren	121
Bäche, ihre biologische Durchforschung	133
Becherlote als Grundschöpfer	121
Bedeutung, wirtschaftliche, hydrobiologische Forscherarbeit	140
Befördern von Fangmaterial	132
Beobachten, unmittelbares	108
Biozönose, Biozönosenforschung	15
Beschriften, Vom Beschriften beim Sammeln	18
Bewegung des Wassers, ihre Untersuchung	36
Birge, abgeänderter Bodenschöpfer Ekmanns	127
Blanc, Dredsche	115
„ Metallreuse	119
Blechlöffel als Sammelwerkzeug	110
Bodengreifer	124
„ Ruttners	127
Bodenschaufel Petersens	124
Bodenschöpfer nach Birge	127
„ verschließbarer nach Ekmann	124
Bronzedrahtseile	31
Brunnen, ihre biologische Erforschung	136
Buchführen, Vom Buchführen im Beobachten	18
Chemisches Verhalten eines Gewässers, Untersuchungsverfahren	47
Chemische Verhältnisse des Wassers, ihre Erforschung	33
Detritussammler	131
Draht, seine Handhabung	32
Drahtseile	31
Dredschen	112
„ mit auswechselbaren Messern nach Saint-Hilaire, Anmerkung	117
„ nach Blanc	115
„ nach Fehlmann	113
„ nach Forel	112
„ nach Kolkwitz, dreieckig	114
„ nach Kolkwitz, viereckig	114
„ nach Kolkwitz, zusammenklappbar	114
„ nach Monard, Anmerkung	113
„ nach Plate, dreiseitig, groß	116
„ nach Plate, dreiseitig, klein	116
Dredschen nach Plate, dreiseitig, mit gezacktem Rahmenrand	116
Dredsche nach Plate mit halbrundem Rahmen	117
„ nach Plate mit viereckigem Rahmen	117
„ verbunden mit Schwabber	120
„ nach Samter und Weltner	113
„ nach Steinmann	113
Dredschsieb, flaches, nach Kolkwitz	129
„ laternenförmiges, nach Kolkwitz	129
Durchforschung, biologische, der Brunnengewässer	136
„ biologische, der Höhlengewässer	136
„ biologische, der Salzgewässer des Binnenlandes	137
„ biologische, der ephemeren oder periodische Gewässer	138
„ biologische, fließender Gewässer	133
Durchsichtigkeitsmesser	40, 41
Einengen von Planktonfängen	99
Einleitung	8
Eis als biologischer Forschungsgegenstand	140
Ekmann, Sven, Dredsche	115
Ekmanns verschließbarer Bodenschöpfer	124
Ephemere Gewässer, ihre biologische Durchforschung	138
Erforschung, biologische des Gewässergrundes	108
„ der Lebewelt eines Gewässers, Verfahren und Hilfsmittel	57
„ der Lebewelt des freien Wassers, Verfahren und Hilfsmittel	58
Etikettieren, Vom, beim Sammeln	18
Experiment, Das E. in der Hydrobiologie	19
Faltennetz von Hensen	87
Fangmaterial, Befördern und Versenden	132
Fangkörbe	118
Fangtiefe, Bestimmung d. F. beim Dredschen	118
Farbenskala	42, 43
Farbe des Wassers, ihre Bestimmung	42, 43
Faulschlamm, seine Lebewelt	135
Fauna hygropetrica	139
Fänge an Unterwasser, Steilwänden	120
Fänge auf zerklüftetem Grunde	120
Fehlmann, Netzdredsche	113
Filter zur Planktongewinnung	96
Fixieren von Plankton	99
Flaschenposten als Stromzeiger	38
Flüsse als Forschungsgegenstände	133
Flußsohlendredsche von Steinmann u. Surbeck	134
Forel, Grundtierfang mit Wergbüscheln	119
Forel, Schlammschöpfer	120
Friedinger, Grundbagger	124
Friedingerscher Schlammstecher aus Glas	123
Geruch des Wassers, seine Bestimmung	47
Gewinnung der Organismen aus geschöpftem Schlamm	128
Grundbagger von Friedinger	124
Grundfänge, Behandlung beim Hochkommen	128

	Seite
Grundlebewelt, ihre quantitative Auswertung	131
Grundnetze	112
Grund- und Schlammschöpfer	120
Grunduntersuchungen, physikalisch-chemische; ihre Bedeutung für die Lebewelt	132
Grunduntersuchungen, zählerische	131
Hammer als Sammelwerkzeug	110
Handhabung der Schlammsiebe	130
Haltung lebender Wasserorganismen	20
Hanfseile	31
Haspel mit Dampfbetrieb	32
Haspel, Hand-	31
Heiße Quellen, ihre biologische Durchforschung	137
Hegloländer Fischkasten als Reuse	118
Hentschel, prismenförmiger Schlammstecher	132
Herauslesen von Organismen aus geschlämmten Proben	131
Hilfsmittel und Verfahren zur Durchforschung fließender Gewässer	133
Hochgebirgsbach	133
Hochmoore	135
Höhlengewässer, ihre biologische Erforschung	136
Hydrobiologen, bekannte	7, 9
Kabel zum Dredschen usw.	31
Kannenpflanzen usw. und ihre Kleingewässer	139
Karabinerhaken der Steinmann-Dredsche	113
Kinke im Draht	31, 32
Kippthermometer	44
Klaviersaitendrahtseile	31
Kolkwitz, dreieckförmige Netzdredsche	114
„ viereckige Netzdredsche	114
„ zusammenklappbare Netzdredsche	114
„ flaches Dredsch- oder Schlammsieb	129
„ Schlammstecher	122
„ Schlammheber	120
„ Verbindung des Sigsbee-Lotes mit Bachmannschen Röhren	122
Konservieren von Plankton	99
Korbnetz von Hensen	86
Korkboje zum Dredschen	118
Köder für Reusenfänge	119
Kraftboot zum Dredschen	117
Kratzer, Pfahlkratzer	109
Lagunen	137
Lauterborn, periodische Gewässer	138
Lebewelt, sapropelische	135
Leinen, Zug- und Tragleinen	31
Lichtmessungen mit dem Durchsichtigkeitszylinder und der sog. Snellenschen Schriftprobe	40
Lichtmessungen mit dem Durchsichtigkeitsmesser nach Weigelt	41
Lichtstärkemessung	40, 41, 42
Lichtverhältnisse im Wasser, ihre Untersuchung	39
Literarische Vorarbeiten zu eigenen Untersuchungen	26
Loten	33 u. ff.
Lot zum Schöpfen von Grundproben	35
Lot, Bleilot mit Kammer	35
„ Brookes Tiefseelot	35, 37
„ Hydra- oder Baillielot	35, 36
„ Handlot	33
„ Löffel- oder Schnapplote	35, 38
„ Sigsbees Tiefseelot	35, 38
Lotmaschine, Le Blanc	34
„ Lucas	34, 35
Lotmaschine, Sigsbee	34
Lotung, ihre Ausführung	35
Meeresforschung, deutsche	140
„ internationale	140
Meißel als Sammelwerkzeug	110
Metalldredsche-Schlammschöpfer nach Forel	120
Metallreuse nach Blanc	119
Metallsiebe	128
Monard, Formolverfahren zum Austreiben von Organismen aus Schlamm, Anm. 2	131
Monardsche Netzdredschs Anmerkung	113
Monacosches Olive-Belastungsgewicht der Tiefseekurve nach Agassiz u. Sigsbee	117
Monaco, Tiefseereuse	119
Moore als Forschungsgegenstände des Biologen	135
Moorrasen und ihre Wasser-Kleinwelt	139
Naturbeobachten und Befähigung dazu	8
Naumann, Einar, Schlammstecher	123
„ Einar, Becherlote und ihre Verwendung als Grundschöpfer	121
Netzeimer, abnehmbar	62
„ abnehmbar, aus Messing, nach Carazzi	62
„ abschraubbar, aus Messing, nach Apstein	61, 62
„ mit Ausflußvorrichtung für kleinere Netze	61
„ mit Bajonettverschluß, nach Cori	62
„ filtrierender, nach Apstein	62, 63
„ aus Glas	61
„ nach Juday	62, 63, 64
„ nach Kofoid	64
Pause, Verfahren zum Aussuchen von Organismen aus Schlamm	130
Petersen, Bestimmung der Detritusmenge	131
„ Bodenschaufel	124
„ Schlammstecher	123
Periodische Gewässer, ihre biologische Durchforschung	138
Pflanzenpolster und ihre Wasser-Kleinwelt	139
Pflanzliche Kleingewässer (in Kannenpflanzen usw.)	139
Photographieren, vom Ph.	18
Photometrische Verfahren	40, 41, 42
Physikalische Verhältnisse des Wassers, ihre Erforschung	33
Plates viereckige Dredsche	117
„ dreiseitige große Dredsche	116
„ dreiseitige kleine Dredsche	116
„ dreiseitige Dredsche mit gezacktem Rahmenrand	116
„ Dredsche mit halbrundem Rahmen	117
„ Fang von Grundtieren mit Schwabber	119
„ Herstellung von einfachen Reusen	118
„ Schwabber	119
„ Winke zur Ausführung von Dredschfängen	117
Plankton, lebendes, das Beobachten	98
„ Lebendfärbung	98
„ Züchten von solchem	98
Planktonfang mit Netz, Ausführung	79
„ mit durchgehender Leine	80
„ Einholen der Netze	85
„ Das Reinigen desselben von Mineralteilchen	86

	Seite
Planktonfang, Das Reinigen der Netze	85
„ schiefer	81
„ vom schnellfahrenden Schiffe aus	86
„ senkrechter	81
„ senkrechter, ohne Boot	82
„ Stufenfang	82—84
„ in verschiedenen Jahreszeiten, namentlich im Winter	84
„ mit dem Schlauchverfahren von Hensen	96
„ wagrechter	80
„ Wurfnetzfang	80
Planktonfresser und ihre Fangeinrichtungen	97
Planktonkammer, 1 ccm	94
„ $^1/_{20}$ ccm	95
Planktonnetz zum Abfischen von Pflanzenbeständen u. seichten Tümpeln	78
„ von Arvidsson	76
„ von Bigelow	75
„ von Buchmann-Wollaston	73
„ von Burkhardt	72
„ sog. Brutnetze, Vertikalnetze	67
„ von Cori-Hofer	71
„ einfache, selbstherstellbare	65
„ Größe	64
„ Helgoländer Dredscherbretternetz oder Obertrawl	67
„ Helgoländer Scherbrutnetz	70
„ Kegelnetz von Birge	79
„ von Kofoid	73
„ Leinen- und Stocknetz	65, 66, 67
„ von Lo Bianco	73
„ nach Marsh	71
„ Monacos Vorhangschließnetz	69
„ von Nansen	73
„ Oberflächenkurre oder Ottertrawl	67
„ Palumbo-Netz	68
„ von Petersen	71, 73
„ Planktongrippo von Cori	67
„ Planktonwassermesser v. Kolkwitz	78
Planktonnetze, quantitative	76
„ quantitative, Hensennetze	76, 77
„ Schließnetze	68
Planktonnetz, Ringnetz Hensens	78
„ von Ruttner	75
„ Schließnetz von Barrois	70
„ Schließnetz von Birge	71
„ Schließnetz von Cori	71
„ Schließnetz von Fric und Vavra	70
„ Schließnetz von Giesbrecht	70
„ Schließnetz von Lakowitz	71
„ Schließnetz von de Livron	70
„ Schließnetz von Richard	70
„ Schließnetz von Tanner	70
„ Schließnetz von Townsend	71
„ Schließnetz von Vigner	69
„ der Scotia	73
„ Sigsbee-Falle	68
„ Turbyne-Schließnetz	69
„ Wagen- oder Schlittennetze	67
„ der Valdivia	72, 73
„ von Voigt	73
„ Wurfnetz (Thum)	67
Planktonröhren von Rina Monti	88
„ von Apstein	89
„ von Steenstrup	89
Planktonseiher „Ethmophor“	87
Planktonsieb	95
Pumpen zum Schöpfen von Wasserproben	54
Pyrlimnimeter	46
Quasten (Schwabber), zu Grundfängen	119
Quellen, Durchforschung, biologische	133
„ heiße, ihre biologische Durchforschung	137
Quellrinnsale	133
Raster-Okular	106
Rechen, Charazeenrechen	110
Regenlachen	138
Regenpfützen	138
Reuse nach Blanc	119
„ einfache Herstellungsart	118
„ sog. Helgoländer Fischkasten	118
Reusen, Kennzeichnung der Reusenstellen	118, 119
Reise nach Monaco	119
„ nach Plate	118
„ nach Plate zum Fange von Hummer, Krabben, Seesternen usw.	118
„ für die Tiefsee	119
Reusen, Vereinigung mehrerer solcher	119
Richtlinien, allgemeine, für das naturwissenschaftliche Arbeiten usw.	8
Rinnequellen	133
Rost am Draht, Schutz davor	33
Ruderboot zum Dredschen	118
Ruttner, Bodengreifer	127
Schaber, Schraper	109
Saint-Hilaire, Dredsche mit auswechselbaren Messern, Anmerkung	117
Samter u. Weltner, Netzdredsche	113
Sammeln von Schlammproben	124
Salinengräben	137
Salzgehalt, Bestimmung desselben	55
Salzgewässer des Binnenlandes, ihre biologische Erforschung	137
Sauerstoff, Bestimmung des im Wasser gelösten	55
Schilfmesser	110
Schlamm, Gewinnung von Organismen aus solchem	128
Schlammkulturen	22
Schlammheber nach Kolkwitz	120
Schlammlot nach Kolkwitz und seine Verwendung als Schlammschöpfer	121
Schlammproben, Das Sammeln von S.	124
Schlammröhren nach Bachmann	121
„ nach Bachmann mit Krümmelscher Abänderung	122
Schlammschöpfer nach Forel	120
Schlammsieb, flaches, nach Kolkwitz	129
„ laternenförmiges, nach Kolkwitz	129
Schlammstecher der Deutschen Seewarte in Hamburg, abgeändert von Kolkwitz	122
Schlammstecher aus Glas von Friedinger	123
„ von Einar Naumann	123
„ prismenförmiger von Hentschel	132
„ in Verbindung mit dem Sigsbee-Lot	122
Schlämmverfahren	130
Schleppleinen für Dredschen	117
Schleppnetze	112
Schleppreuse nach Ekmann	115
Schmelzwassertümpel	138
Schmidt, Salzwassertierwelt Westfalens	137
Schnee als biologischer Forschungsgegenstand	140
Schöpfrichtung von Buchanan	53

	Seite
Schöpfrichtung nach Friedinger	51
" nach Ekmann	53
" nach Meyer	49, 53
" von Mill	53
" von Kemmerer und Birge	52
" von Nansen	53
" von Krümmel	53
" von Pettersson	53
" von Richard	51
" von Ruppin	53
" nach Seligo	49
" nach Sigsbee	53
" nach Spitta und Imhoff	54
" nach Thienemann	49
" des „Travailleur"	53
" für Wasser von Hyroth	54
Schöpfrichtungen für Wasser nach Lüttgens	50
" des Zentrallaboratorium für Meeresforschung	53
Schraubenzieher als Sammelwerkzeug	110
Schriften zur biolog. Erforschung ephemerer oder periodischer Gewässer	139
Schriften über die Lebewelt von Schnee u. Eis	140
" über die Biologie der Höhlengewässer	136
" zur biologischen Durchforschung der Salzgewässer des Binnenlandes	138
" zur Biologie der Sumpf- und Moorgewässer	135
" zur biologischen Erforschung der Kleinwelt von Moosrasen- und Pflanzenpolstern	139
" über angewandte Hydrobiologie 26 ff. u.	141
" für Aquarienkunde	20
" zur Biologie der Thermalgewässer	137
" zur Biologie fließender Gewässer	134
" zur Biologie der Brunnen	136
" über die Lebewelt in Kannenpflanzen usw.	139
" mit Zielstellungen für hydrobiolog. Arbeiten	13
" über das Züchten von Plankton	99
" über chemische Untersuchungsverfahren	57
" über Zentrifugieren und Zentrifugenplankton	92
" hydrobiologische; Einzeldarstellungen	26
Schwabber (Quasten) zu Grundfängen	119
" verbunden mit Dredsche	120
Schwabber-Balken der Plankton-Expedition	119
" nach Plate	119
" nach Tanner	120
Schwefelwasserstoff im Wasser, Nachweis	56
Schwimmkörper als Stromzeiger	38
Schwimmkorke zum Bestimmen der Lage von Reusen	118
Secchi-Scheibe	40
Segelboot zum Dredschen	117
Seereisen, Beobachtungen auf solchen	11
Senkscheibe	40
Seidenschnüre	31
Seile	31
Sickerquellen	133
Siebe aus Seidengaze	128
Siebsätze	128
Siebverfahren	128
Siebe, Handhabung	130
Sigsbee, Tiefseekurre	117
Splissen von Draht	32
Stahldrahtseile	31
Stationen, hydrobiologische, Benutzung und Verzeichnis	22
Statistische Arbeitsweisen	14
Statistische Verfahren bei Grunduntersuchungen	131
Steinmann, Netzdredsche	113
Steinmann & Surbeck, Flußsohlendredsche	134
Stempelpipette von Hensen	103, 104
Stöcke, ausziehbare	110, 111
Strombojen	39
Stromgeschwindigkeitsmesser von Arwidsson	39
" sog. hydrometrischer Flügel von Amsler-Jaffon	39
" von J. P. Jakobsen	39
" von Mayer	39
" sog. Pendelstrommesser von Fridtjof Nansen	39
" von Otto Pettersson	39
" von Pillsbury	39
" sog. Propeller- oder Flügelradstrommesser von Wilfried Ekmann	39
" von Rolf Witting	39
Stromrichtungsanzeiger von Aimé	39
Strömungen, wagrechte und senkrechte	37
Sturzquellen	133
Suchfenster	111
Sümpfe und Moore als Forschungsgegenstände des Biologen	135
Talbäche	133
Tanner, Schwabberbalken	120
Temperaturbestimmung des Grundschlammes nach Birge	44
Tiefe, ihre Erforschung	112
Tiefenkarten	36
Tiefenlote als Grundschöpfer	120
Tiefsee-Forschungsfahrten, Ergebnisse	57
Tiefsee-Kurre nach Agassiz	117
" nach Sigsbee	117
" der Planktonexpedition	117
Thermalgewässer, ihre biologische Erforschung	137
Thienemann, Salzwassertierwelt Westfalens	137
Torfmoore	135
Treibboje des Challenger	39
" nach Mitchel	39
Treibbojen als Stromzeiger	39
Tümpelquellen	133
Ufergebiet, Erforschung	108
überrieselte Felsen als besondere Kleingewässerformen	139
Überschwemmungsgebiet von Flüssen usw.	138
Verfahren zum Aussuchen von Organismen aus Schlamm nach Pause	130
Versenden von Fangmaterial	132
Versuch, Der Versuch als Form des Beobachtens	11
Versuch, Der Versuch in der Hydrobiologie	19
Verwertung, praktische, von Untersuchungsergebnissen	140
Verwertung, schriftstellerische, der Untersuchungsergebnisse	29
Vorwort	5
Vorübergehende Gewässer, ihre biologische Durchforschung	138

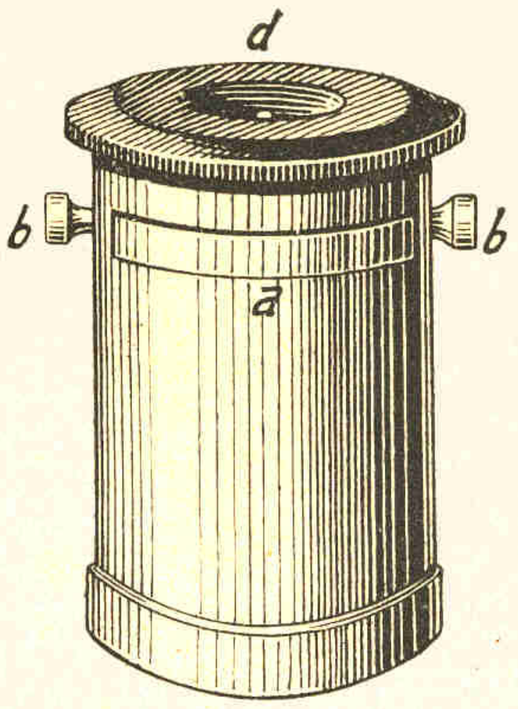
	Seite
Wassergucker	111
Wassertiefe, Verfahren und Mittel der Bestimmung	33
Wärmeflaschen zum Verwenden von Fangmaterial	132
Wärmestrahlung im Wasser, ihre Absorption und Transmission	45
Wärmeverhältnisse eines Gewässers, ihre Untersuchung	43, 46
Wellenbewegung	36
Wergbüschel zum Fange von Grundtieren	119
Wiesenmoore	135
Winde zum Aufrollen von Kabel	32
Wurfhaken, Grundhaken	110
Zählerische Verfahren bei Grunduntersuchungen	131
Zählmarken	107, 108
Zählmikroskop	106
Zählplatten	106
Zählprotokolle	107, 108
Zählregeln	107
Zählschachteln	107
Zählverfahren nach Hensen	104—107
„ nach Volk	105—107
Zählwissenschaftliche Arbeitsweisen	14
Zeichnen, Vom Zeichnen	18
Zeitschriften, hydrobiologische	29
Zentrifuge	89
„ zur Erforschung der Grundlebewelt	111
Zentrifugengläser	91
Zentrifugenstempel	91
Zentrifuge, ihre Verwendung bei Untersuchungen über die Lebewelt des Gewässergrundes	131
Zeug für Planktonnetze	59
Zielfassen, Vom Zielfassen für das Arbeiten des Hydrobiologen	11
Zielstellung der zählerischen Auswertung der Grundlebewelt	131
Züchten, Das Züchten von Wasserorganismen	20

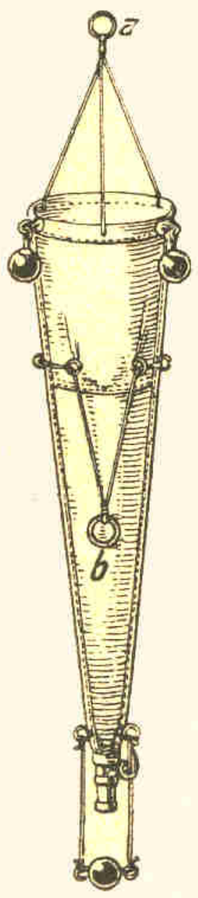
Während der Drucklegung des vorliegenden Werkes ist für die hier angezeigten Instrumente eine wesentliche Preiserhöhung eingetreten, die nach Mitteilungen der Firmen Zeiß, Winkel usw. durch eine weitere Steigerung der Löhne um 40—50% und eine entsprechende Verteuerung der Herstellungsstoffe verursacht wurde. Die angegebenen Preise sind deshalb ungültig, Interessenten werden gebeten, unverbindliche Anfragen über gegenwärtig gültige Preise und Lieferfristen zu richten an die

Geschäftsstelle des Mikrokosmos
Stuttgart, Pfizerstr. 5.

Thum's Algensucher und Taschen-Mikroskope

haben sich zum Untersuchen des gesammelten Materials am Fundort seit 40 Jahren glänzend bewährt. Die Instrumente werden mit 60, 100, 150 oder 200facher Vergrößerung geliefert.





Thum's Planktonnetze

mit Vorrichtung zum Auswerfen und zum Befestigen an Ausziehstöcken. Aus Seidengaze :: von jeder gewünschten Dichtigkeit. ::

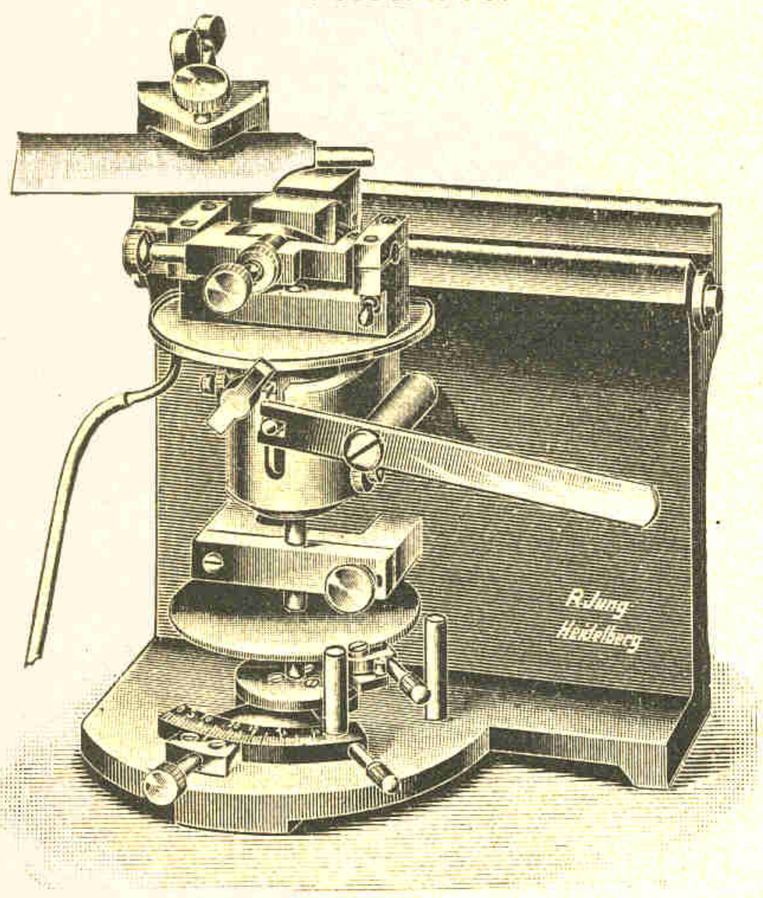
Kleines Netz, 24 cm lang
Mittleres Netz, 40 cm lang
Universal-Netz, als Schließ-, Senk- oder Schwebnetz zu verwenden, 55 cm lang.

Grundschöpfer, Wurfhaken,
Siebe aus Metall- oder Seidengaze, Ausziehstöcke.

Man verlange Preisliste und ausführliche Beschreibung von der

Geschäftsstelle des Mikrokosmos, Stuttgart, Pfizerstr. 5.

R. Jung, G. m. b. H., Heidelberg
Hebelstraße.



Instrumente für Mikrotomie und Mikroskopie, besonders

Mikrotome

für alle Zwecke und in allen Größen.

Für kleine Präparate, auch botanische, genügt in den meisten Fällen unser sog. Studentenmikrotom A oder AB.

Preisverzeichnis kostenfrei.

SEIDEN-
GAZE

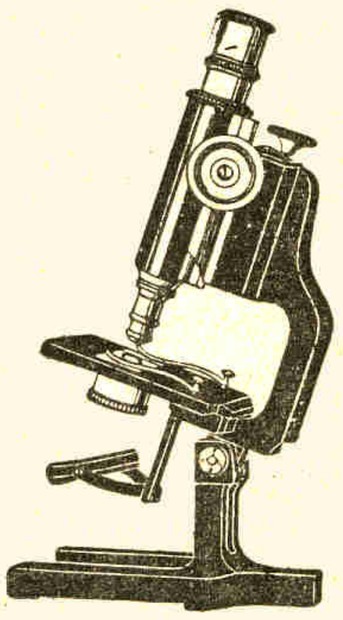
für Planktonnetze und ähnliche Zwecke liefert in bester Qualität

Schweizer
Seidengazefabrik A.-G.
ZÜRICH.

Das Kosmos-Mikroskop

Modell C

kann wieder geliefert werden.



Durchaus einwandfreie Friedensausführung der Firma Winkel

Ausstattung: Umlegbares Stativ, ausziehbarer in Millimeter geteilter Tubus, grobe Einstellung durch Zahn und Trieb, Feineinstellung durch Mikrometerschraube, Zylinderblende mit 2 Einsätzen, Hohl- und Planspiegel, Okulare 2 und 5, Objektive AB (auseinandernehmbar) und 5, Vergrößerungen 30-, 50-, 88-, 152-, 194-, 580fach. Polierter verschließbarer Schrank.

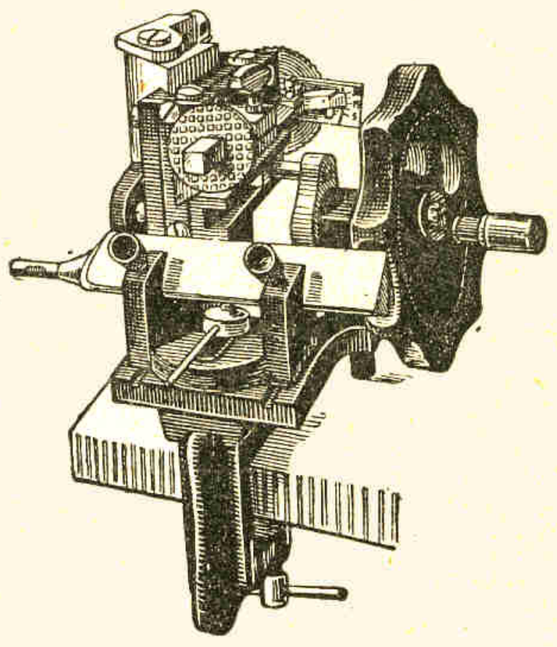
Preis für Bezieher des „Mikrokosmos" und Mitglieder des „Kosmos" M 450.–. Beleuchtungsapparat mit 2linsigem Kondensor u. Irisblende M 60.—, Revolver für 3 Objektive M 60.— mehr.

Das Kosmos-Mikroskop kann zu jeder Zeit in beliebiger Weise ausgebaut werden.

Ebenso liefern wir wieder

das Kosmos-Mikrotom

nach Minot



in verbesserter Bauart. Das Instrument ist beste Qualitätsarbeit aus erstklassigem Material, es eignet sich für Paraffin-, Zelloidin- u. Gefrier-Schnitte. Schnittdicke von 5 bis 30 μ bei automatischer Einstellung.

Preis für Bezieher des „Mikrokosmos" und Mitglieder des „Kosmos" M 265.— (Ein eleganter verschließbarer Schrank ist im Preis inbegriffen.)

Sämtliches Zubehör wird mitgeliefert.

Man verlange ausführliche Beschreibungen.

Beim Versand unserer Instrumente werden die Spesen für Packung und Porto zu den Selbstkosten berechnet.

Sämtliche Preise sind freibleibend. Fürs Ausland ohne Deutsch-Österreich gelten besondere Bezugsbedingungen.

Geschäftsstelle des Mikrokosmos (D. M. G.) Stuttgart, Pfizerstr. 5

Die Bibliothek des Mikroskopikers

sei er nun Forscher, Lehrer, Studierender oder Naturfreund

≡ muß ≡

in erster Linie eine

gute Fachzeitschrift enthalten

die ihn über alle Fortschritte der mikroskopischen Forschung wie der mikroskopischen Technik auf dem Laufenden hält.

≡ Die beste und billigste ≡

allgemeinverständlich geschriebene deutsche Monatsschrift für Mikroskopie ist unser

„Mikrokosmos"

Zeitschrift für angewandte Mikroskopie, Mikrobiologie, Mikrochemie

mit besonderer Berücksichtigung der mikroskopischen Technik und den Beiblättern: „Was soll ich untersuchen" und

——— „Das Laboratorium des Mikroskopikers" ———

(Vereinigt mit der „Zeitschrift für angewandte Mikroskopie und klinische Chemie" und der „Kleinwelt", dem früheren Organ der deutschen Mikrologischen Gesellschaft)

an dem die bekanntesten Fachgelehrten mitarbeiten, und der infolge seiner Reichhaltigkeit weiteste Verbreitung hat.

Zu den ständigen Mitarbeitern des „Mikrokosmos" gehören:

Prof. Dr. F. Lindner, Berlin (für Gärungsbiologie) – Prof. Dr. W. Migula, Eisenach (für Algenkunde) – Prof. F. Emich, Graz, und Dr. J. Donau, Graz (für Mikrochemie) – Prof. Dr. Max Wolff, Eberswalde (für Pflanzenpathologie) – Dr. Adolf Reitz, Stuttgart (für Bakteriologie) — Prof. Dr. Bachmann, Luzern (für Phytoplankton) – Dr. G. Steiner, Zürich (für Protozoologie), Dr. Max Oettli, Glarisegg (für naturwissensch. Arbeitsunterricht) — Prof. Dr. A. Herzog, Sorau N.-L. (für technische Mikroskopie) — Dr. G. Stehli, Stuttgart (für tierische Histologie) – Prof. Dr. F. Sigmund, Teschen (für mikroskopische Anatomie) — Medizinalrat Dr. E. Beintker, Düsseldorf (f. mediz. Bakteriologie) — Dr. Sandkühler, Würzburg (für mineral. Mikroskopie).

Der Jahrgang läuft vom 1. Okt. jedes Jahres bis zum 30. Sept. d. nächsten

Jährlich 12 Hefte und eine Buchbeilage

= Bezugspreis halbjährlich M 8.50 =

Geschäftsstelle des Mikrokosmos, Stuttgart