

III.

Die Fauna und Flora des verschmutzten Wassers und ihre Beziehung zur biologischen Wasseranalyse.

Von

M. Marsson (Berlin).

Nach den grundlegenden Arbeiten Hensens über die quantitativen Bestimmungen des Planktons, des im Meere treibenden Materials an Pflanzen und Tieren, kam ein frischerer Zug auch in die biologischen Süßwasseruntersuchungen. Vielerorten wurden biologische Stationen errichtet — in Deutschland zuerst am Plöner See — und der Biologie immer neue Jünger zugeführt. So machte sich überall ein reges Streben geltend, das Studium der Mikroflora und Mikrofauna des Wassers in systematischer, physiologischer und biochemischer Hinsicht zu vertiefen.

Es entsprach durchaus den gegebenen Verhältnissen, dass die ersten Arbeiten sich mit den grösseren Seen beschäftigten, also der Limnologie gewidmet waren. Nach vielen vergleichenden Planktonstudien kamen dann die kleineren und flachen Gewässer zur Untersuchung,¹⁾ ebenso wurde der Lebewelt der Fischgewässer mehr Beachtung geschenkt. So wurde auf praktischem Gebiete in bedeutenderen Fischzüchtereien und teichwirtschaftlichen Versuchsstationen die Menge des Zooplanktons als Fischnahrung kontrolliert, welcher etwas zu einseitigen Beurteilung in der jüngsten Zeit die grössere Berücksichtigung der Fauna des Schlammes und des Ufers folgte.

Der auffallende Wechsel der Fauna, wie besonders auch der Flora, durch Zuflüsse von Dungstoffen, Haus- und Fabrikwässern veranlasst, wurde beobachtet, und so brach in der letzten Zeit

¹⁾ Forschungsberichte der Biologischen Station zu Plön, II. Abteilung des 6. Teiles. 1897.

sich die Erkenntnis immer mehr Bahn, dass bei der geforderten gutachtlichen Beurteilung eines Wassers die chemische Analyse allein nicht mehr ausschlaggebend sei, ebenso wenig wie die mit hohen Erwartungen herangezogene Bakteriologie. Die Beobachtungen, dass bei Verunreinigungen der Gewässer durch fäulnisfähige und faulende Substanzen, wie sie die Abwässer der Städte und besonders die der landwirtschaftlichen Fabriken mit sich führen, die Fauna und Flora des Wassers durchaus verschieden ist von der des reinen Wassers, sind keineswegs neueren Datums, sie sind schon von Botanikern wie von Zoologen verschiedener Länder im einzelnen häufiger gemacht, doch nie recht praktisch verwertet worden. Was die mikroskopische Wasseranalyse betrifft, so hat nach Ferdinand Cohns Vorgang namentlich C. Mez sich das Verdienst erworben, nach einer mehrjährigen Tätigkeit als gerichtlicher Sachverständiger in einem grundlegenden Werke »die mikroskopische Wasseranalyse« Wasserpilze, Algen und Protozoen je nach ihrem Vorkommen im reinen, schwach oder stark verschmutzten oder verschmutzt gewesenen Wasser zu charakterisieren. Die Wichtigkeit einer solchen biologischen Wasseranalyse und ihres weiteren Ausbaues wurde von dem vertragenden Rate im preussischen Ministerium für Medizinal-Angelegenheiten, Herrn Geh. Obermedizinalrat Dr. Schmidtman, sogleich erkannt, und auf seine Anregung trat vor 3 $\frac{1}{2}$ Jahren eine staatliche Kommission zusammen, bestehend aus Chemikern, Bakteriologen, Botanikern und Zoologen,¹⁾ welche ein ganzes Jahr hindurch eine Reihe verschmutzter Wasserläufe nicht bloss auf die mikroskopische Lebewelt untersuchten, sondern das gesamte Tier- und Pflanzenleben eines Flusses in seiner Abhängigkeit von der Beschaffenheit zugeleiteter Schmutzwässer erforschen sollte. Das Hauptziel der Kommission war die Aufsuchung von etwa vorhandenen Leitorganismen für bestimmte Verunreinigungen, es wurde jedoch nach Abschluss der Arbeit nicht völlig erreicht. Dasselbe Ziel steckten sich die Biologen der am 1. April 1901 begründeten »Königlichen Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung« in Berlin. Sie sind demselben so nahe gekommen, dass sie in

¹⁾ Lindau, Schiemenz, Marsson, Elsner, Proskauer und Thiesing: Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen über die Vorflutersysteme der Bäke, Nuthe, Panke und Schwärze. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentl. Sanitätswesen. 3. Folge. XXI. 1901. Supplementheft.

einer kürzlich erschienenen Arbeit¹⁾ die Grundsätze für die biologische Wasserbeurteilung folgerichtig darlegen konnten.

Es soll nun die Beeinflussung des Wassers durch die verschiedenen Influvien etwas eingehender besprochen werden.

Die Abwässer können verschiedener Natur sein, je nachdem sie rein chemischen Fabriken und technischen Betrieben entstammen oder aus der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte in grossen Mengen in die Wasserläufe gelassen werden, oder aus volkreichen Gemeinwesen resultieren. Bei den ersteren wird es sich um Säuren und Alkalien handeln; auch kommen Metallsalze und direkte Gifte in Betracht, zu denen als Nervengifte für Fische auch teeröhlhaltige und ähnliche Abwässer zu rechnen sind. Durch alle diese Stoffe wird je nach der eingeführten Menge die Flora und Fauna mehr oder weniger zu leiden haben oder abgetötet werden. Von Vertretern der letzteren werden hier zuerst die Fische auf der Wasseroberfläche schwimmend bemerkt und zwar Vertreter der verschiedenen Gattungen in buntem Gemisch, sowie in allen Grössen und Alterstadien, während bei Epidemien, wie beispielsweise bei der Barbenseuche und verschiedenen Karpfenkrankheiten, meist nur eine Art als eingegangen konstatiert wird, denn nach B. Hofers Untersuchungen²⁾ gibt es keine natürlichen Erkrankungen der Fische, durch welche auf einmal und plötzlich die sämtlichen oder doch die meisten Arten eines Gewässers zu gleicher Zeit ergriffen werden. Um die Schädigung der übrigen Fauna festzustellen, müssen wir uns biologisch ausrüsten, d. h. ein Träger muss mit allen nötigen, zweckmässig verpackten Apparaten und Flaschen stets zur Seite sein. Mit der Grundschleppe (Dredge) wird — am besten vom Boote aus — Schlamm heraufbefördert, von welchem der grössere Teil auf einem viereckigen Drahtsiebe, einem Holzrahmen mit auswechselbaren Sieben von verschiedener Maschenweite, auf dem Wasser abgeschlemmt wird. Schnecken, Muscheln, Wasserinsekten, Insektenlarven wie grössere Würmer bleiben zurück. Als besonders wichtige »Indikatoren« für giftige Abwässer kommen die Wasserschnecken in Betracht, insoweit der grössere Teil entweder gestorben ist oder nicht mehr lebenskräftig erscheint.

¹⁾ R. Kolkwitz und M. Marsson: „Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna“ in den Mitteilungen der Königlichen Prüfungsanstalt pp. Berlin 1902.

²⁾ Allgemeine Fischereizeitung 1901 No. 20.

Eine Schädigung der Pflanzen des Grundes, wie auch der submersen Flora, ist gleichfalls an Fängen mit der Grundscheppel festzustellen. In schmalen Buchten, in welchen ein Dretschzug nicht gut zu bewerkstelligen ist, kommt der mit einer Bleikugel beschwerte Thumsehe Schlammheber zur Anwendung oder der am ausziehbaren Algenstock befestigte kleine Schöpfer, für die oberen Schlammschichten auch der langgestielte Pfahlkratzer oder die Netzharke. Der Pfahlkratzer leistet vorzügliche Dienste zur Absuchung der Littoralfauna zwischen Rohr und Schilfbeständen sowie zum Einsammeln der hier häufigen Algenwatten. Er kommt vorzugsweise zur Anwendung vom Boote aus an Stellen, wo Uferbefestigungen, wie Bollwerke von Städten und Fabrikgrundstücken, eine Begehung unmöglich machen, ferner an Hafenpfählen, Badeanstalten, Brücken u. s. w. Er leistet hier die vorzüglichsten Dienste zur Herbeischaffung von Material, welches in seiner verschiedenartigen Zusammensetzung bei der mikroskopischen Untersuchung sofortigen Aufschluss gibt über den Grad der Verunreinigung, wie später gezeigt werden soll. Aber schon an Ort und Stelle und bei der Besichtigung des Pfahlkratzerinhaltes kann eine sofortige Beurteilung des Wassers möglich sein, wenn der Sachverständige sich vorher über die Individualität des Gewässers informiert hat. Schnecken und Muscheln dienen in ihrer Lebensfähigkeit oder Schädigung hier wieder als Indikatoren; aber nicht bloss als solche kommen sie in Betracht, sondern auch als Leittiere für Verunreinigungen. Die Gattungen *Dreissensia*, *Planorbis*, *Paludina*, *Gulnaria* u. a. zeigen eine verschiedene Empfindlichkeit gegen Abwässer, am wenigsten empfindlich gegen diese erweist sich nach meinen bisherigen Erfahrungen *Limnaea auricularia*. Diese tritt zuerst an durch Abwasser geschädigten Stellen wieder auf, wenn die anderen Mollusken noch fehlen. Mit dem Pfahlkratzer wie mit der Dretsche kann an sonst nicht zugänglichen Stellen vom Boote aus (welches seitens der Chemiker für Probenentnahmen nur selten benutzt wurde) sogar der Anfang und das Ende einer Schädigung der Fauna, also auch des Flusses, bestimmt werden, je nachdem gewisse Vertreter derselben sich gesund vorfinden, geschädigt sind, oder fehlen. Für solche makroskopischen Untersuchungen kommen auch Spongillen und Bryozoen in Betracht.

Wenn wir Vertreter der gröberen Fauna für die Beurteilung von Wasserverunreinigungen als Indikatoren kennen gelernt haben,

so bietet uns die Flora des Wassers ein noch schärferes Kriterium. Vor allem haben wir in den Wasserpilzen ganz charakteristische Leitzpflanzen für bestimmte Verunreinigungen und für solche kommt die zweite Gruppe der oben angeführten Abwässer in Betracht.

Diese Abwässer enthalten stickstoffreiche organische Substanz und sind demgemäss fäulnisfähig. Sie können aus der Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, sowie aus grösseren menschlichen Ansiedlungen und tierischen Auswurf- und Abfallstoffen stammen. *Leptomit* *lacteus* zeigt uns Verunreinigungen mit Abwässern aus landwirtschaftlichen Betrieben an, besonders aus Zuckerfabriken; auch in städtischen Rieselfeldabflüssen bildet er sich, wenn während der kalten Jahreszeit die Wirksamkeit der Felder teilweise versagt, oft in grossen Mengen, schafpelzartig die Abflussgräben auskleidend; er findet seine Lebensbedingungen aber nur unter bestimmten Verhältnissen, wie demnächst in einer Publikation der Königlichen Versuchsanstalt bewiesen werden soll. Viel häufiger ist und typisch für alle Verschmutzungen mit fäulnisfähiger Substanz *Sphaerotilus natans*; je nach der Stärke einer solchen Verunreinigung bildet er schleimige Massen an im Wasser befindlichen Holzteilen, alten Blättern und treibenden Ästchen, oder lange Strähne wie Zöpfe an untergetauchten Schilfblättern u. s. w. In faulem Wasser finden wir häufig die bekannte *Zoogloea ramigera*, entweder im Plankton mit fein verteilten Verästelungen, oder auf dem Wasser treibend dicke Fladen dieses Pilzes, schon mit blossen Auge bemerkbar. Der genetische Zusammenhang mit *Sphaerotilus natans* oder *Cladotrix dichotoma* ist ziemlich sicher festgestellt. Bei allen diesen Pilzmassen kommt aber das Vorhandensein von mehr als normalen Mengen fäulnisfähiger Substanz im Wasser zum Ausdruck. *Cladotrix dichotoma* zeigt schwächere Verunreinigung an, wie sie beispielsweise häufig in Fischteichen in die Erscheinung treten. Liegt eine Schädigung des Gewässers mit Fäkalstoffen, eiweisshaltigen Abfällen, aus deren Zersetzung Schwefelwasserstoff hervorgeht, vor, so zeigen uns diese Verschmutzungen die *Beggiatoen* an. Zu den bekannten drei Arten: *Beggiatoa alba*, *arachnoidea* und *leptomitiformis*, von denen bald die eine, bald die andere vorherrscht, gesellt sich oft noch *Thiothrix*, namentlich in Brauereiabwässern. Bei diesen Schwefelpilzen scheint die Gegenwart von Sauerstoff im Wasser Erfordernis; nur

dann wird Schwefel aus dem Schwefelwasserstoff abgespalten und im Plasma des Pilzes aufgespeichert, um weiter zu Schwefelsäure oxydiert zu werden. In stehenden Gewässern und in solchen mit geringerer Sauerstoffproduktion durch assimilierende grüne Pflanzen bilden sich bei Gegenwart von Schwefelwasserstoff nach meinen Beobachtungen die roten Schwefelbakterien: *Monas okeni* und *vinosa*, *Thiospirillum sanguineum* u. a. *Lamprocystis roseopersicina* dagegen scheint, was das Sauerstoffbedürfnis anbetrifft, in der Mitte zu stehen. Eingehendere Forschungen über die Lebensbedingungen aller dieser Schwefelpilze sind erforderlich, doch für denjenigen, welcher Erfahrung gesammelt hat in ihrem Vorkommen, fällt es jetzt schon leicht, Schlüsse zu ziehen über die Natur der in Frage kommenden aus Eiweisszerfall, Fäkalstoffen und Müllauslaugungen resultierenden Abwässern. Auf die farblosen Bakterien, Spirillen und andere Mikrobien soll hier nicht näher eingegangen werden.

Für die weitere Beurteilung gewisser Effluvien spielen die Oscillatorien eine grosse Rolle. Es sind auch hier wieder bestimmte Arten, welche für gewisse Abwässer charakteristisch sind, besonders kommen *Oscillatoria formosa*, *tenuis*, *anguina*, *chlorina*, *splendida* und *antliaria* in Betracht, ferner noch *Phormidium*-Arten wie besonders *Phormidium uncinatum* und *autumnale*, ausserdem *Spirulina*-Arten. Auch über grüne Fadenalgen sind von mir hinreichende Erfahrungen gesammelt. Den meisten Schmutz verträgt vor allem *Stigeoclonium*; es variiert diese Gattung je nach dem Medium ausserordentlich. Gewisse Spezies der Gattungen *Conferva*, *Cladophora*, *Ulothrix*, *Oedogonium* und *Vaucheria* ertragen gleichfalls viel faulende Substanz, nicht minder *Protococcoideen* und gewisse *Desmidiaceen*, wie *Closterium acerosum*, *leibleini*, *moniliferum*, *Cosmarium botrytis* u. a. Für die *Spirogyren* liegen noch nicht ausreichende Beobachtungen vor. Von den kleinen Einzelligen wären noch besonders *Chlorella*, *Rhaphidium*- und *Scenedesmus*-Arten zu erwähnen, welche Beijerinck als *Pepton-Algen* bezeichnet. Für manche Algen spielt allerdings die Jahreszeit und die Periodizität der einzelnen Arten eine wesentliche Rolle, während viele *Chloroflagellaten*, wie *Euglena viridis*, nach Klebs, nach meinen Beobachtungen auch *Lepocinclis*- und *Phacus*-Arten in ihrem Leben an keinen bestimmten Rhythmus abwechselnder Lebenstätigkeit und Ruhe gebunden zu sein scheinen.

Von grösster Wichtigkeit für unsere Zwecke sind im weiteren

die Kieselalgen. Bei ihnen ist es oft nicht das massenhafte Auftreten einzelner Arten, wie beispielsweise bei den Euglenen welches sofort den hohen Grad einer Verunreinigung mit faulender Substanz erkennen lässt, sondern mehr die Lebensgemeinschaft mehrerer oder vieler Arten und Gattungen. Mit solchen und anderen »Leitbiocoenosen« vermögen wir, ähnlich wie der Chemiker, gleichsam quantitativ zu arbeiten. Zeigen uns, wie oben erwähnt, flutende Sphaerotilussträhne, Zoogloeafladen, Leptomitussvlesse, Euglenenschwärme eine starke Verunreinigung an, so bezeichnen wir diese Organismen als polysaprob.¹⁾ Von Diatomaceen, welche sich den Polysaprobien zugesellen, habe ich bis jetzt nur *Hantzschia amphioxys* kennen gelernt. Zu den Mesosaprobien wäre *Nitzschia palea* zu rechnen, wenn sie in Massen auftritt, ebenso die langen braunen Strähne von *Melosira varians*, welche mit Sicherheit eine stattgehabte starke Verunreinigung mit stickstoffhaltiger organischer Substanz anzeigen. Die meisten Biocoenosen von Diatomaceen gehören den Oligosaprobien an. Es sind ausschliesslich Grunddiatomaceen. Als Beispiel für eine typische Diatomaceenbiocoenose, welche durch Haus- und Strassenzuflüsse gebildet in stehenden Gewässern häufiger von mir beobachtet wurde, seien folgende Spezies angeführt: *Navicula cuspidata*, *radiosa*, *amphisbaena*, *ambigua*, *viridis* und *oblonga*, *Stauroneis anceps* und *phoenicenteron*, *Gomphonema angustatum* und *acuminatum*, *Synedra ulna*, *Meridion circulare* (Frühlingsform), *Cymatopleura solea*, *Surirella ovalis* var. *ovata* und *minuta* und *Cyclotella meneghiniana*. Für verschmutzte Flussläufe²⁾ liessen sich noch eine ganze Reihe solcher Leitbiocoenosen, welche sich häufig in dem aus grünen Fadenalgen und Oscillatorien gebildeten grünen Besatz der Pfähle und Bollwerke finden, anführen. Zu den Oligosaprobien wird auch *Bacillaria paradoxa* gezählt werden müssen. Auffallenderweise gilt diese Kieselalge bei den meisten Diatomisten als ausschliessliche Brackwasserform und ist auch in der Literatur als solche aufgeführt. Ich habe sie bis jetzt an mehr als 20 verschiedenen Stellen im Flussplankton gefunden, zumeist in der Spree, besonders in dem verschmutzten Landwehrkanal, aber auch häufig in der Dahme, nahe am Einfluss von Fabrikabwässern,

¹⁾ Kolkwitz und Marsson, Grundsätze, Seite 46.

²⁾ Marsson und Schiemenz: „Die Schädigung der Fischerei in der Peene durch die Zuckerfabrik in Anklam.“ Zeitschrift für Fischerei IX, 1901, S. 41. 47.

ferner in der Peene bei Anklam (Abflüsse einer Zuckerfabrik), in der Obra (Stärkefabrik), in der mit Sphaerotitus treibenden Seseke (Zechenabwässer) sehr häufig und auch in der die Seseke aufnehmenden Lippe mehrere Kilometer unterhalb. Am zahlreichsten fand ich sie aber in der Elbe bei Wittenberge i. P. am Ausfluss von Abwässern einer Tuchfabrik. Die Bacillaria zeigte in der Kultur mit Jauche aus einer Berliner Pumpstation über-gossen nach 24 Stunden noch Gleitbewegungen. Der Gehalt an Chlornatrium wurde, wenn untersucht, stets als ein dem Flusswasser normal zukommender konstatiert. In allen diesen Fällen erstreckte sich das Vorkommen der Bacillaria paradoxa ausschliesslich auf die Monate September, Oktober, November, zuweilen bis in den Dezember hinein. Ihre Lebensweise im Plankton wird dauernd ermöglicht durch die ununterbrochenen Gleitbewegungen, durch welche sie ähnlich wie die bekannten Ketten- und Bänderformen vieler Planktondiatomaceen sich ihre Schwebfähigkeit bewahrt. Die meisten der nahtlosen Diatomaceen, also die freischwebenden des Planktons, wären zu den Katharobien¹⁾ zu rechnen, obgleich bis jetzt manche Ausnahmen konstatiert wurden. Stephanodiscus hantzschianus findet sich häufig im Plankton unreinigter Flüsse und Teiche, massenhaft fand ich ihn in der Panke, welche Abflüsse von Kläranlagen und Rieselfeldern aufnimmt und auch im Sommer durch ihren Pilzreichtum noch als verschmutzt charakterisiert wurde.

Inwieweit das massenhafte und oft plötzliche Auftreten der verschiedenen Wasserblüten mit einer Anreicherung durch organische Substanz zusammenhängt, ist bis jetzt noch nicht genügend aufgeklärt. Hier würde die chemische Wasseranalyse einzusetzen haben. Es ist schon in der citierten Publikation von Kolkwitz und Marsson die Vermutung ausgesprochen, dass der von Apstein gemachte Unterschied zwischen Chroococcaceen und Dinobryenseen auf verschiedene Ernährungsbedingungen zurückzuführen sei, welche die eine dieser Gruppen von dem Gewässer der andern ausschliessen; diese Ernährungsbedingungen würden hauptsächlich auf Zufuhr von stickstoffhaltiger organischer Substanz beruhen. Tatsache ist, dass in den reinen Alpenseen sich Wasserblüte von Chroococcaceen niemals findet. Bei starker Vermehrung der

¹⁾ l. c. 47.

Polycystis-Kolonieen fand ich fast immer Saprobien verschiedener Art, namentlich im Sommer in der verunreinigten Spree, ebenso im Wilmersdorfer See, welchem schmutzige Hausabwässer zugeführt werden.¹⁾ Dass die Definition eines Sees als eines Dinobryonsees, beziehentlich eines Chroococcaceensees, nicht stichhaltig ist, beweist schon die häufige Mischung beider Algengruppen, ferner auch, wie ich beobachtete, dass in langgestreckten Seen auf dem einen Ende Dinobryen überwiegend waren, auf dem anderen dagegen Polycystis und Anabaena; an letzterer Stelle waren in der Regel die Ufer flacher, und grössere Watten von Zygnemaceen fanden sich vor, welche wieder reiches tierisches Leben enthielten. Dass an solchen Stellen Zersetzungen stattfinden können und müssen, liegt auf der Hand, gleichfalls, dass die Zusammensetzung namentlich des Phytoplanktons dadurch beeinflusst wird, zumal die Bildung blaugrüner Algen. Bei mehr lokalen Zersetzungen treten vorwiegend Oscillatorien auf. Solche lokale Verschmutzungen, welche ihren Ursprung bei flacheren Gewässern schon in Witterungsverhältnissen (andauernder Wärme mit wechselnder kalter Temperatur) haben können, werden sich häufiger bilden, ebenso können sie wieder verschwinden, und der Sammler, welcher in einem bestimmten Gewässer eine seltene Algenspezies gefunden hatte, wird sie vielleicht später zu seinem Erstaunen vergeblich suchen. Derartige Unterschiede in der Zusammensetzung der Schwebeflora und -fauna eines abgeschlossenen ausgedehnten Gewässers wird der Planktonforscher oft genug bemerken. Ähnliche Einflüsse auf die Flora und Fauna werden natürlich auch Effluven aus Wohnstätten und Fabriken ausüben müssen; es ist das ein Fingerzeig, dass man bei Begutachtungen einer etwaigen Schädigung durch Abwässer letzterer Art nicht vorschnell urteilen darf, sondern auch etwaige lokale Verschmutzungen durch faulende Pflanzen oder Tiere berücksichtigen muss. Der erfahrene Sachverständige wird solche Situationen zu beherrschen wissen.

Es mag noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass es zweckmässig ist, wenn bei der hydrobiologischen Beurteilung Botanik und Zoologie in einer Hand liegen. Für den Vertreter der einen Disziplin wird es nicht sonderlich schwer sein, sich

¹⁾ M. Marsson, „Zur Kenntnis der Planktonverhältnisse einiger Gewässer der Umgebung von Berlin.“ Forschungsberichte d. Biol. Stat. zu Plön VIII.

auf dem anderen Gebiete hinreichende Kenntnisse zu erwerben, wenn auch rückständige schwierigere Bestimmungen dem Spezialisten überlassen bleiben müssen. Wer sich einmal auf beiden Gebieten eingearbeitet hat, soweit die Wasserflora und -fauna in Betracht kommt, wird über die Bedingungen der Wechselbeziehung zwischen Pflanze und Tier ein vollgültigeres Urteil haben, als der mehr einseitig urteilende Botaniker oder Zoolog; chemische Kenntnisse oder Beratungen sind bei solchen Beurteilungen nicht gut zu entbehren.

Wenn bis jetzt von allgemeinen Gesichtspunkten ausgegangen wurde, die Wichtigkeit der Vertreter der gröberen Fauna als Indikatoren und pflanzliche Biocoenosen betont, sowie als Leitpflanzen für bestimmte Verunreinigungen die Wasserpilze hervorgehoben sind, so sollen nun die für faulende Abwässer durchaus charakteristischen Protozoen besprochen werden, von denen schon eine ganze Reihe als Leitorganismen für solche Verunreinigungen festgelegt ist.

Vor allem kommen die Ciliaten in Betracht. Vertreter dieser Gruppe werden nie dort fehlen, wo Fäulnisprozesse statthaben, mögen diese auch noch so sehr lokalisiert sein: die »Infusorien« sind da und zeigen uns die Verschmutzung des Wassers an. *Colpidium colpoda* und *Chilodon cucullulus* werden wir an solchen Orten am häufigsten antreffen. Eine etwas stärkere Verunreinigung kennzeichnen die Paramaecien, aber nur die drei Arten *P. caudatum*, *putrinum* und *aurelia* kommen in Betracht. *Vorticella microstoma* verträgt sehr faules Wasser, gleichfalls *Epistylis coarctata* nach meinen Beobachtungen, während *Carchesium lachmanni* an den Zuflüssen stinkender Jauche zu finden ist. Dieser letztere Organismus überzieht an solchen Stellen die untergetauchten Blätter, Ästchen oder festere Schlammteile als grauweißer Schleim und ist dann stets beweisend dafür, dass eine »über das Gemeinübliche hinausgehende Wasserverschmutzung« stattfindet oder stattgefunden hat. Grade diese Spezies ist typisch für die Begutachtung, denn die anderen *Carchesium*arten sind Katharobien, Organismen des reinen Wassers. Der Gutachter ist im stande, nicht bloss eine Schädigung des Flusslaufes zu konstatieren, wenn schlechtes Wasser abfloss, sondern auch dann, wenn während der Probeentnahme reines Wasser zukommt. Die biologische Untersuchung gewährt dem Sachverständigen entweder

ein Durchschnittsergebnis oder er erkennt Extreme einer stattgehabten Verunreinigung, denn je nach der Menge der Leitorganismen ist er imstande, zu beurteilen, ob ein Übermass von stickstoffhaltigen organischen Stoffen oder auch nur geringe Mengen derselben im Abwasser an der Entnahmestelle vorbeigeflossen sind. Eine solche Feststellung würde durch die chemische Analyse nicht möglich sein, denn diese ist auf das jeweilig zuströmende Wasser angewiesen, auch ist der Grad der Fäulnis mit chemischen Hilfsmitteln schwer festzustellen, wie es leicht die biologische Wissenschaft ermöglicht.

Wir kennen noch eine ganze Reihe von Leittieren unter den Ciliaten, deren Aufzählung an dieser Stelle zu weit führen würde. Erwähnt sei nur aus der Familie der Oxytrichinen: *Stylonychia mytilus*, *Urostyla weissei*, *Uroleptus musculus* und *piscis*, *Oxytricha fallax* und *pellionella*, und unter den Euplotinen: *Euplotes charon* und *patella*, *Aspidisca lynceus* und *costata*; ferner kommen noch *Amphileptus*-, *Loxophyllum*- und *Stentor*-Arten, ebenso noch *Glaucoma scintillans*, *Spirostomum ambiguum*, *Metopus sigmoides*, *Coleps hirtus* und viele andere in Betracht.

Sehr charakteristisch für faulendes und stinkendes Wasser sind viele Achromatoflagellaten, wie *Oikomonas termo* und *mutabilis*, welche in den Sielwässern, wie sie den Rieselfeldern zufließen, selten fehlen, ebenso gewisse *Monas*-, *Bodo*-, *Tetramitus*-, *Hexamitus*- und *Trepomonas*-Arten. Ihre genaue Bestimmung ist jedoch zeitraubend, und lassen wir sie meistens jetzt, wenigstens in der Einzelbestimmung, ausser acht, da uns andere Organismen in ausreichender Zahl für die Beurteilung des Wassers zur Verfügung stehen, selbst unter der genannten Gruppe, wie die leicht erkennbaren *Peranema trichophorum*, *Anthophysa vegetans* u. a. Noch sei die für faulende Hausabwässer sehr charakteristische *Polytoma uvella* erwähnt und das gleichfalls zu den Chlamydomonaden gehörige *Chlorogonium euchlorum*, welches ich als Wasserblüte mehrmals in stinkenden Dorftümpeln fand. Die verschiedenen *Chlamydomonas*-Arten scheinen ganz verschiedene Ernährungsbedingungen zu haben. Man findet sie in Regenlachen sowie in stinkenden Abwässern.

So reichen die angeführten Tier- und Pflanzengruppen für die biologische Wasserbeurteilung völlig aus, zumal wenn wir noch andere Vertreter der Fauna als Leittiere zu Hilfe nehmen,

wie beispielsweise die freilebenden Nematoden, von denen mehrere, wie *Diplogaster rivularis* u. a., einen hohen Grad von Fäulnis ertragen; etwas empfindlicher sind die Oligochäten, doch habe ich *Aelosoma quaternarium* oft in den Jauchegräben der Rieselfelder gefunden. Häufiger noch sind Tubificiden im stinkenden Schlamm; nur darf das Wasser nicht völlig sauerstoffarm sein. Die Mehrzahl der Rotatorien gehört zu den Katharobien, wenngleich viele Arten, wie solche von *Brachionus* zu den Oligo- und sogar, wenn in Massen vorkommend, zu den Mesosaprobien zu zählen sind, ebenso *Hydatina senta*, *Actinurus* und *Rotifer vulgaris*.

Für die Beurteilung des Schlammes spielen manche Insektenlarven, wie die von *Chironomus plumosus* u. a., oft eine grosse Rolle, gleichfalls manche Crustaceen: *Daphnia pulex* findet sich in stark verkoteten Dorfteichen, in denen freilich die Euglenen als Sauerstoffproduzenten diesen Krebschen das Dasein ermöglichen; ebenso findet sich *Gammarus fluviatilis* in schlechtem Wasser, wenn nur durch Strömung oder Wasserpflanzen wieder Sauerstoff zugeführt wird. Unter ähnlichen Verhältnissen liebt auch *Asellus aquaticus* stinkenden Schlamm, aber in mehr ruhigem Wasser.

Neben allen diesen wichtigen Befunden im Wasser selbst, am Ufer und am Grunde der Gewässer kommt noch das Plankton in Betracht. Findet man in demselben gewisse Ciliaten, Achromatoflagellaten und Chloroflagellaten wie Euglenaceen in auffallendem Verhältnis vor, so gibt uns ihre Anwesenheit den Fingerzeig, dass wir bestimmten Verschmutzungsherden nachzugehen haben. In manchen Fällen werden wir auch Schlüsse ziehen, wenn das Zooplankton im Vergleich zum Phytoplankton zurückgegangen ist, während es oberhalb der Verschmutzungsstelle überwog; an manchen Algen werden wir Schädigungen wahrnehmen, wie plasmolytische Erscheinungen u. dergl. Weitere Schlüsse ziehen wir aus dem Vorkommen von Diatomaceenbiocoenosen, wie schon oben erwähnt, dem oft massenhaften Auftreten von *Melosira varians* und anderen Befunden, wie namentlich von Wasserpilzen. Die Bildung der verschiedenen Wasserblüten von Chroococcaceen und von Protococcoideen (Peptonalgen) gibt uns Anhaltspunkte nach anderer Richtung hin. Ohne chemische Analyse erkennen wir ferner einen mehr als normalen Eisengehalt — als Durchschnittsbefund von Verunreinigungen der letzteren Tage — in dem Vor-

kommen von *Chlamydothrix ferruginea* (einschliesslich *Gallionella* und *Crenothrix-Scheiden*), *Anthophysa vegetans* mit Stielen, *Spongomonas* u. s. w.

Wir sehen aus diesen Beispielen, die noch reichlich vermehrt werden könnten, wie sehr die planktologischen Untersuchungen noch zu verfeinern sind, und wie das Wasser als verschieden zusammengesetztes Medium die einen oder die andern Organismen je nach ihrem ernährungsphysiologischen Bedürfnis in die Erscheinung treten lässt.

Es ist nicht bloss die Mikrofauna und -flora des Planktons, welche uns Aufschluss gibt über den Grad der Fäulnis oder eine Schädigung der Lebewelt, sondern die mikroskopische Untersuchung belehrt uns auch über die Art des Pseudoplanktons, also über den Ursprung mancher Verunreinigungen. So können wir beispielsweise je nach der Verschiedenheit von Textilfasern Rückschlüsse ziehen; Stärkefabrikabwässer werden sich nach längerem Laufe durch Kartoffel- oder Weizenstärkekörner verraten, ganz abgesehen von Leitorganismen für stärkeemhlhaltige Wässer, wie *Phyllomitus amylophagus*, *Cephalothamnium majus*, *Euglenopsis vorax* und *Sarcina paludosa*; Wäschereien gleichfalls durch Stärke wie durch Ultramarin. Schon die Menge des Detritus im Plankton ist für gewisse Flussstrecken charakteristisch.¹⁾

Bei der Untersuchung des Planktons bleibt zu beachten, dass die Bestimmung der Protozoen möglichst bald nach der Probeentnahme ausgeführt werden muss, weil bei warmer Temperatur und dann eintretender Zersetzung des konzentrierten Materials Meso- oder Polysaprobien an Stelle von Oligosaprobien treten können und bei der Konservierung mit Formalin, Sublimat oder Alkohol viele Protozoen zerfliessen. Es sind deshalb zwei Proben an jeder Stelle zu entnehmen, eine für die Untersuchung des frischen lebenden Materials, während die andere sofort an Ort und Stelle zu fixieren ist und, dunkel aufbewahrt, in der Mehrzahl ihrer Komponenten erst nach einiger Zeit zur Bestimmung zu gelangen braucht.

Es wäre noch so manches zu sagen über den Wert der Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna, doch mögen vorläufig obige Andeutungen genügen. Tatsache ist, dass

¹⁾ Vergl. auch M. Marsson, „Unsere Spree“, in den Mitteilungen des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg, 1901, Heft 2, S. 255. 267.

bei den seitens der Biologen der Königlichen Versuchsanstalt ausgeführten mikroskopischen Wasseranalysen die Methode noch nie im Stich gelassen hat, und dass die Resultate, mit denen die chemische und bakteriologische Untersuchung — wenn diese gleichzeitig zur Ausführung kam und schlechtes Abwasser betraf — sich völlig gedeckt haben. Natürlich soll nicht geleugnet werden, dass die biologische Methode noch eines viel weiteren Ausbaues fähig ist, namentlich was die Einreihung der Poly-, Meso-, Oligosaprobien und Katharobien in ein physiologisches System betrifft. Mit der Veröffentlichung der erwähnten Arbeit von Kolkwitz und Marsson in dem ersten Heft der Mitteilungen der Königlichen Versuchsanstalt ist aber gleichsam die staatliche Sanktionierung der hydrobiologischen Methode erfolgt, und durch die Anerkennung, welche sie an so vielen sachverständigen Stellen gefunden hat, wird gewiss das Interesse an solchen Untersuchungen in immer weiteren Kreisen wachgerufen werden.

Die biologische Untersuchung des Wassers wird auch für die Fischerei eine hohe Bedeutung erlangen. Sie gestattet nämlich bei der Beurteilung von Verunreinigungen der Fischgewässer eine solche von Fall zu Fall, weil sie im Verein mit der chemischen Prüfung umfassender ist, wie die bisher angewandten Untersuchungsmethoden; sie gestattet also offenbar eine im allgemeinen gerechtere Beurteilung und ist daher frei von Härten, die unvermeidlich unterlaufen, wenn wegen der Schwierigkeit gewisser Fälle der höchste Reinheitsgrad von Abwässern gefordert werden muss. Es wird eine gerechtere Beurteilung deshalb auch den Gemeinden und Fabriken, welche Effluvia in die Gewässer entlassen, zu gute kommen.

Zwei völlig verschiedene Dinge sind allerdings die fischereiliche und die hygienische Beurteilung des Wassers. Bei der ersteren wird man mehr auf grobe Verunreinigungen fahnden und sich die Konstatierung von Polysaprobien angelegen sein lassen, wogegen die hygienische Beurteilung meist sich auf die äussersten Feinheiten erstreckt und mehr mit den Oligo- und Mesosaprobien rechnet. Durch die von uns vorgenommene Einteilung und Einreihung der Abwasserorganismen in ein System werden die Methoden der Hygiene zum Teil in das Gebiet der Süßwasserbiologie verwiesen, und das ist ein weiterer Erfolg dieses aufstrebenden Wissenschaftszweiges.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön](#)

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Marsson Maximilian [Karl]

Artikel/Article: [Die Fauna und Flora des verschmutzten Wassers und ihre Beziehung zur biologischen Wasseranalyse 60-73](#)