Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

DIE MIKROFLORA
DER PRAGER WASSERLEITUNG

VON

FRANZ RUTTNER.

ARCHIV DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN LANDESDURCHFORSCHUNG
VON BÖHMEN. (BAND **XIII.**, Nro **4.**)

PRAG.
KOMMISSIONSVERLAG VON FR. ŘIVNÁČ. — DRUCK VON DR. ED. GRÉGR A SYN.
1906.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Einleitung.

Schon seit jeher hat die Organismenwelt unserer Trink- und Nutzwässer sowohl in rein wissenschaftlicher, als auch in hygienischer Beziehung allgemeines Interesse erregt. Besonders als man durch die bahnbrechenden Arbeiten R. Kochs und anderer Forscher gerade in bestimmten Spaltpilzen die Ursache vieler Krankheiten erkannt hatte, wandte man sich mit grossem Eifer dem Studium dieser niedersten Organismen zu und die Bakteriologie gewann einen hervorragenden Anteil an der praktischen Wasserbeurteilung.

Da jedoch der direkte Nachweis der Krankheitserreger im Trink- oder Nutzwasser meist grosse, ja mitunter unüberwindliche Schwierigkeiten bietet und auch die übliche Bestimmung der Bakterienzahl im cm^3 oft nicht die gewünschten Resultate ergibt, so ist man nach den Erfahrungen der letzten Jahre zu dem Schlusse gelangt, dass die bakterioskopische Methode allein für die einwandsfreie Beurteilung nicht ausreicht, sondern dass neben der Berücksichtigung verschiedener anderer Faktoren besonders auch die genaue Untersuchung der gesammten, das betreffende Wasser bevölkernden Organismenwelt oft weitgehende Schlüsse auf seine Beschaffenheit zulässt.

Unter diesen Verhältnissen darf es nicht Wunder nehmen, dass in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Arbeiten erschienen ist, welche sich mit der Flora von Wasserleitungen befassen. Da jedoch die meisten Städte so glücklich sind, sich einer Trinkwasserleitung zu erfreuen, die von Quellen naheliegender Gebirge oder von gutem Grundwasser gespeist wird, so kommen bei derartigen Untersuchungen meist nur Bakterien in Betracht; denn ausser diesen oder höchstens noch niederen Pilzen dürften andere Pflanzen und Tiere in einer solchen Leitung nur selten zu finden sein. Nur das Leitungswasser solcher Städte, welche dasselbe aus einem offenen Flusslaufe beziehen und ohne genügende Filtration als Nutzwasser in die Häuser leiten, bietet ausser Bakterien noch eine Fülle anderer interessanten Pflanzen und Tierformen.

Dies ist auch bei der Wasserleitung der Stadt Prag der Fall; dem Flusslaufe der Moldau entnommen, enthält ihr Wasser eine ungemein grosse Mannigfaltigkeit der verschiedensten Organismen, so dass es für eine biologische Untersuchung geradezu geschaffen erscheint. Trotzdem ist meines Wissens eine derartige Arbeit über die Lebewelt des genannten Wassers noch nicht ausgeführt worden, obwohl das Studium der niederen Organismen in Böhmen eine weitgehende Pflege gefunden hat.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

So hat am Anfang der achtziger Jahre Vejdovský (48) die Fauna einer Anzahl von Prager Trinkwasserbrunnen genau untersucht und Hansgirg hat in seinem bekannten Prodromus der Algenflora von Böhmen (11) Fundorte von vielen Algen besonders auch in der näheren Umgebung Prags namhaft gemacht. Ferner hat Fritsch gemeinsam mit Vávra durch die Einrichtung einer übertragbaren biologischen Station und die Untersuchung mehrerer Gewässer (8—10) das Aufblühen der Süsswasserbiologie wesentlich gefördert. Mit der Vegetation der Prager Wasserleitung jedoch befasst sich nur ein kurzer Bericht über eine Sitzung des „Vereins böhmischer Chemiker" (49) vom 19. April 1890, wo u. a. von Prof. Vejdovský das Vorkommen von Crenotrix, Cladothrix und Anthophysa besprochen und auf die Bedeutung desselben besonders für die Bildung des Eisenoxydhydrat-Niederschlages hingewiesen wurde.

In Anbetracht dieser Umstände habe ich es auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. Hans Molisch, versucht, die Mikroflora des genannten Wassers auf Grund von durch längere Zeit fortgesetzten Betrachtungen genauer zu studieren, ihren Wechsel im Laufe des Jahres, sowie ihre Beziehungen zu der Vegetation der freien Moldau festzustellen.

Anfangs galt die Untersuchung nur den der mikroskopischen Betrachtung direkt zugänglichen Organismen, erst später wurden auch einige Beobachtungen über auf den gewöhnlichen Nährböden gedeihende Bakterien miteinbezogen. Dementsprechend gliedert sich auch die vorliegende Arbeit in mehrere Teile.

Der erste Teil soll ein ungefähres Bild davon geben, wie die mikroskopische Organismenwelt beschaffen ist, welche das Wasser der Prager Leitung bevölkert, aus welchen Arten sie hauptsächlich besteht wie ihre Zusammensetzung in den einzelnen Jahreszeiten wechselt und welche Beziehungen sie zum Plankton der Moldau aufweist.

Der zweite, sehr unvollständige Abschnitt enthält Angaben über die Zahl der Bakterien im cm^3 und Bemerkungen über einige wenige, häufig vorkommende oder interessante Arten.

Der dritte Abschnitt schliesslich stellt einen Versuch dar, auf Grund der biologischen Methode die gewonnenen Daten zu einer Beurteilung des Wassers bezüglich seiner Beschaffenheit und Brauchbarkeit als Nutzwasser zu verwerten.

Die vorliegende Arbeit wurde im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen ausgeführt.

Das Komité für Landesdurchforschung von Böhmen übernahm die Veröffentlichung, nachdem demselben von der Stadtvertretung Prags zu diesem Zwecke eine Subvention erteilt wurde.

Allen genannten Korporationen, welche die Herausgabe meiner Arbeit gefördert haben, sage ich hiemit den besten Dank.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I.

Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung.

Bisher hat man es nur selten versucht, unmittelbar durch mikroskopische Beobachtung an die Untersuchung der Flora einer Wasserleitung heranzutreten. Der Grund dafür mag, wie schon eingangs erwähnt, darin liegen, dass bei den Trinkwasserleitungen der meisten Städte die Mikroflora auf Bakterien beschränkt sein dürfte, die zwar der direkten mikroskopischen Beobachtung entgehen, wohl aber der bakteriologischen Untersuchungsmethode zugänglich sind.

Allerdings wurden öfters gelegentlich der in verschiedenen Wasserleitungen infolge von massenhaftem Auftreten gewisser Schizomyceten (besonders Crenothrix polyspora) eingetretenen Kalamitäten Kommissionen mit dem Studium der Ursachen und der Mittel zur Bekämpfung dieses Übels betraut; doch befassten sich die in solchen Fällen vorgenommenen mikroskopischen Untersuchungen naturgemäss weniger mit den vom Wasserstrom fortgetriebenen Organismen, als vielmehr mit denjenigen, welche an den Wandungen der Röhren und Wasserreservoirs festsitzend, durch üppiges Wuchern Verstopfungen der Leitung herbeiführen. Solchen Gelegenheiten verdanken verschiedene Schriften, darunter auch die bekannte von H. de Vries (51) ihre Entstehung.

Auch die Algenflora, welche sich auf den Filtern von Wasserwerken entwickelt, hat bereits ihre Bearbeiter gefunden (23, 46) und eine ganze Anzahl von Abhandlungen beschäftigt sich, meist angeregt durch die Ideen der biologischen Wasseranalyse, mit der Mikroflora und -fauna von Flussläufen.

Über die Fauna der Hamburger Wasserleitung besteht eine Arbeit von Kraepelin (18), die mir aber leider nicht zugänglich war; auch eine kurze Mitteilung von Wille (52) über die Organismen, welche in den Bassins der Wasserleitung von Christiania beobachtet wurden, möchte ich hier nicht unerwähnt lassen.

Im Übrigen ist die Algen- und Pilzvegetation eines Leitungswassers meines Wissens nur in einem Falle Gegenstand einer eingehenderen Untersuchung geworden, und zwar ist dies die Flora der Budapester Wasserleitung, bearbeitet von Istvanffii (13).

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Der genannte Forscher verschaffte sich das nötige Beobachtungsmaterial in der Weise, dass er grosse, sterilisierte Gefässe mit dem zu untersuchenden Wasser füllte und im Lichte durch mehrere Wochen und Monate stehen liess. Die auf dem Boden und an den Wänden dieser Gefässe sich entwickelnde Vegetation wurde hierauf mikroskopisch untersucht und aus den Befunden das Vorkommen von Pflanzenformen im Leitungswasser beurteilt.

Diese Methode Istvanffiis gelangte bei der vorliegenden Untersuchung des Prager Leitungswassers nur in sehr beschränktem Masse zur Anwendung. Denn die in dieser Weise bei Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln gewonnenen Resultate lassen zwar den Schluss zu, dass Keime jener Organismen, welche sich in den Gefässen entwickelt hatten, auch wirklich im Leitungswasser vorhanden waren. Doch muss man zugeben, dass dies nur ein kleiner Teil sämmtlicher in Frage kommender Lebewesen ist, denn nur wenige pflanzliche Mikroorganismen sind dazu befähigt, sich im Laboratorium zu erhalten oder gar zu vermehren. Ein grosser Teil der das Wasser bevölkernden Pflanzen wird also bei dieser Kultur allmählig zugrunde gehen, während einige wenige Arten, die sich an die unnatürlichen Verhältnisse leichter angepasst haben, die Oberhand gewinnen und alles andere überwuchern.

Gibt also diese Methode schon über die qualitative Beschaffenheit der Mikroflora eines Wassers keinen genügenden Aufschluss, so ist es natürlich direkt unmöglich, sich so ein Bild von der quantitativen Zusammensetzung derselben zu verschaffen. Es erschien daher im vorliegenden Falle zweckmässiger, sich einer mit weniger Fehlerquellen behafteten Methode zu bedienen und diese bestand im Filtrieren des Wassers und im direkten Untersuchen des Rückstandes, ein Verfahren, das in ähnlicher Art schon lange in der Planktologie Verwendung findet.

Methode.

Sämmtliche Proben wurden den Leitungshähnen im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität entnommen. Das Wasser entstammt hier den Reservoirs in der Sokolstrasse, wohin es wiederum aus dem Pumpwerke in Podol gelangt. Streng genommen gelten also die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nur für das von dem genannten Wasserwerke versorgte Gebiet der Neustadt.

Um das in den Röhren nächst dem Leitungshahne etwa stagnierende Wasser zu beseitigen und durch dasselbe bedingte Unregelmässigkeiten und Fehlerquellen auszuschalten, liess ich vor allem mindestens eine halbe Stunde lang einen kräftigen Wasserstrom dem Hahne entfliessen. Dadurch wurden auch die in den Röhren sich öfters ansammelnden Massen eines Niederschlages, der grösstenteils aus Eisenoxydhydrat besteht und die allen Pragern sehr wohl bekannte, mitunter auftretende kaffeebraune Trübung des Wassers verursacht, entfernt, sodass das nach dieser Zeit abfliessende Wasser meist völlig klar erschien.

Für die qualitative Untersuchung wurde zunächst ein Apsteinsches Oberflächennetz benützt, dessen Beutel aus feinster Müllergaze (No. 20) verfertigt war

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Doch bald stellte es sich heraus, dass die meist sehr kleinen Organismen (besonders manche Diatomeen und Flagellaten) vielfach durch die Maschen dieses Netzes hindurchglitten, was ja bei der immerhin ziemlich bedeutenden Maschenweite von 60—70 μ begreiflich erscheint. Deshalb wurde das Planktonnetz mit einer Filzdüte vertauscht, wie man sie in der Technik zum Filtrieren verschiedener Flüssigkeiten verwendet. An dieser dürften wohl auch die kleinsten Algen noch zurückgehalten werden, doch hat ihre Verwendung andererseits den Nachteil, dass der Filterrückstand sich nicht vollständig aus dem Filz auswaschen lässt. Aber bei Anwendung einiger Vorsicht spielt ja dies bei qualitativen Untersuchungen keine Rolle.

Diese Filzdüte wurde, in einem eisernen Doppelring eingeklemmt, unter dem Leitungshahne befestigt und das Wasser längere Zeit, meist eine Stunde lang, hindurchfiltriert. Der Rückstand, sorgfältig in ein Gefäss ausgewaschen, gelangte teils lebend, teils nach Fixierung mit Formol zur mikroskopischen Untersuchung. Um einige im frischen Fange vielleicht nur spärlich vorhandene Formen eventuell zur reicheren Entwicklung gelangen zu lassen, liess ich einen Teil des Rückstandes in mit Leitungswasser gefüllten Gläsern längere Zeit am Lichte stehen. Doch wurden bei einer späteren Nachuntersuchung natürlich nur solche Formen berücksichtigt, die auch schon im frischen Fange vorgefunden worden waren.

Was die Frage nach der Periodizität im Auftreten der Lebewelt des Leitungswassers betrifft, so muss man wohl zugeben, dass sie in exakter Weise auf Grund der qualitativen Untersuchung allein nur schwer gelöst werden könnte. Bei der Untersuchung eines Wassers, das Organismen in so grosser Arten- und Individuenzahl enthält wie das der Prager Leitung, bietet eine nur schätzungsweise Bestimmung der Mengenverhältnisse so grosse Schwierigkeiten, dass ich es vorzog, mich der in letzter Zeit so vielgeschmähten Zählmethode zu bedienen.

Von Hensen und Apstein (2) in die Methodik der Planktologie eingeführt, fand dieselbe anfangs viel Beifall. Doch bald wurden auch Stimmen dagegen laut, welche unter Hinweis auf einige tatsächlich vorhandene Fehlerquellen die Vorteile dieser Art der Untersuchung überhaupt leugneten und in jüngster Zeit begegnet man trotz der Blüte der Planktonliteratur quantitativen Arbeiten nur sehr vereinzelt. Und doch bietet diese Methode gewiss dieselben Vorteile wie andere Messmethoden, auf die sich die Resultate der modernen Physiologie vielfach stützen und dürfte, in passender Weise angewendet, die Beantwortung so mancher Frage biologischer oder physiologischer Natur in der Planktologie nicht unbedeutend fördern. Übrigens macht das Zählen, wie auch A. Steuer (45, S. 32) sehr richtig hervorgehoben hat, bei einiger Übung durchaus nicht mehr Mühe, wie die vielfach langwierigen Praeparations- und Untersuchungsmethoden naturwissenschaftlicher Forschung überhaupt. Allerdings muss man beim Entnehmen der Proben sich von Fehlerquellen möglichst frei zu machen suchen. Besonders beim „quantitativen Planktonfischen“ auf offenem See mögen oft Versuchsfehler unterlaufen sein, welche die ganze Methode in Misskredit gebracht haben.

Bei der vorliegenden Untersuchung bereitete das Beseitigen der Fehlerquellen umso weniger Schwierigkeiten, als es ja nur nötig war, eine bestimmte Menge des dem Hahne direkt entnommenen Wassers in entsprechender Weise zu filtrieren.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nur die Wahl des Filters war nicht leicht, da die früher beschriebenen Filzdüten für eine zur quantitativen Untersuchung bestimmte Probeentnahme aus dem oben angeführten Grunde nicht zu brauchen sind. Als sehr geeignet für diesen Zweck erwiesen sich schliesslich sorgfältig genähte Beutel aus weissgegerbtem Ziegenleder, welche ebenfalls in einen eisernen Doppelring eingespannt wurden. Zum Überschuss wurde, um die gröberen Bestandteile zurückzuhalten, noch ein Netz aus feinster Müllergaze in den Apparat eingehängt. Das Leder hat nämlich die Eigenschaft, sehr gut zu filtrieren und ausserdem wird es beim Eintauchen in Wasser glatt und schlüpfrig, sodass sich der Rückstand leicht davon abspülen lässt. Durch diese Vorrichtung wurden nun 50 *l* des Leitungswassers hindurchgegossen, der Rückstand in einer grossen Schale möglichst vollständig in ziemlich viel Wasser ausgewaschen und nach Fixierung mit Formol in einem hohen Standzylinder allmählig bis auf 100 cm^3 dekantiert. Von dem in diesen 100 cm^3 suspendierten Rückstande wurden dann mittels einer Pipette 0·05 cm^3 entnommen und mit Hilfe eines beweglichen Reichertschen Objekttisches auf einer linierten Zählplatte bei etwa 60facher Vergrösserung durchgezählt. Da die Zählungen in der Flüssigkeit unter dem Deckglas vorgenommen werden mussten, um das Erkennen der vielfach ungemein kleinen Organismen bei relativ schwacher Vergrösserung zu ermöglichen, so bewährte sich sehr ein Zusatz von 10% Glycerin zur ganzen Probe, der ausreichte, um das Austrocknen des Praeparates zu verhüten. Von jeder Probe wurden im ganzen 4 Zählungen ausgeführt, aus diesen dann das arithmetische Mittel genommen und auf das Gesammtvolumen (100 cm^3) umgerechnet.

Auf diese Weise glaube ich einigermassen verlässliche Zahlen für die Mengen der in dem untersuchten Wasser vorkommenden Organismen erhalten zu haben.

Die Organismen des Leitungswassers.

Der qualitative Teil der Arbeit, die Feststellung der im Leitungswasser vorkommenden Arten, wurde im Februar 1903 begonnen und bis ins Frühjahr 1905 fortgesetzt. Und zwar kam es mir dabei nicht darauf an, in den in Zwischenräumen von 8—14 Tagen entnommenen Proben jede, auch nur vereinzelt auftretende Art genau zu bestimmen, da ja ein solches Vorkommen allzusehr von Zufälligkeiten abhängig ist und jedenfalls für die Charakteristik einer Mikroflora gar nicht in Frage kommt. Doch habe ich mich bemüht, alle häufiger vorkommenden Spezies nach Möglichkeit zu identifizieren. Auch wurde vor allem der Pflanzenwelt das Hauptaugenmerk zugewendet.

Die Tierwelt konnte umso eher vernachlässigt werden, als ihre Vertreter von einigen wenigen Ausnahmen abgesehen nur sehr vereinzelt vorzufinden waren und jedenfalls hinter der reichlich entwickelten Mikroflora auffallender Weise gänzlich zurücktraten. Nur dann wurden auch Tiere eingehender berücksichtigt, wenn ihr Auftreten für die allgemeine Beurteilung des Wassers von Wichtigkeit erschien.

In Anbetracht des Umstandes, dass das untersuchte Wasser der freien Moldau entstammt, hierauf in die Reservoirs gepumpt und durch ein weitverzweigtes

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Röhrensystem den Häusern zugeführt wird, kann man unter den vorgefundenen Lebewesen ganz naturgemäss zwei Gruppen unterscheiden.

Die eine dieser Gruppen oder Biocoenosen, wie man sie auch nennen kann, da sie ja abgeschlossene Lebensgemeinschaften bilden, besteht aus jenen Organismen, welche sich erst in den Räumen der Wasserleitung entwickelt haben und an den Wänden der Reservoirs und Leitungsröhren festsitzend, hier ihre günstigsten Vegetationsbedingungen finden; man könnte sie deshalb vielleicht als die primäre Vegetation der Leitung bezeichnen.

Die andere, bedeutend artenreichere Gruppe dagegen weist solche Lebewesen auf, welche von aussen her mit dem einströmenden Wasser in die Leitung gelangt sind und sich hier einige Zeit hindurch noch lebend erhalten können, allerdings ohne sich weiter erheblich zu vermehren. Die Zusammensetzung dieser Gruppe ist dann abhängig von der Beschaffenheit der Mikroflora desjenigen Gewässers, welchem das betreffende Wasser entstammt, im vorliegenden Falle also der Moldau, und ihr Vorkommen in der Leitung ist daher nur als secundär zu betrachten.

Die Vertreter der ersten Gruppe, also diejenigen Pflanzen und Tiere, welche die Wandungen des Leitungskörpers bevölkern, stehen allerdings auch in einer genetischen Beziehung zu dem Flusslauf, der die Leitung speist, da ja von dorther ihre Keime in das Röhrensystem hineingelangt sein müssen. Doch während im Flusslaufe ungünstige Bedingungen für ihre Entwicklung herrschten und diese verhinderten, entfalten sie sich in den finsteren Räumen der Wasserleitung oft zu einer üppigen Vegetation, die, wie schon früher erwähnt, durch Verstopfung der Röhren sogar zu schweren Kalamitäten führen kann.

Auch in der Prager Wasserleitung sind Vertreter dieser Biocoenose reichlich vertreten; naturgemäss handelt es sich hier um nichtgrüne Organismen, also vornehmlich Wasserpilze und Tiere, lauter festsitzende Formen, die oft durch die Strömung losgerissen in das ausfliessende Wasser gelangen und im Rückstande meines Filtrierapparates beobachtet werden konnten.

Ist auch die Zahl der aufgefundenen Arten keine sehr bedeutende, so waren sie doch in meist bedeutender Individuenzahl in jeder Probe vertreten. Als Angehörige dieser Gruppe betrachte ich folgende Organismen:

Leptothrix ochracea Ktzg.
Crenothrix polyspora Cohn.
Cladothrix dichotoma Cohn.
Clonothrix fusca Schorler.
Anthophysa vegetans Müll.
Carchesium Lachmanni Kt.
Epistylis umbellaria L.

Die Scheiden von Leptothrix ochracea, jener typischen Eisenbakterie, waren in jeder Probe reichlich zu finden. Beim Stehenlassen des Filterrückstandes in Glasgefässen mit Wasser entwickelten sich bald braune Räschen, Kulturen dieses physiologisch hochinteressanten Organismus.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Crenothrix polyspora, die meist auch den Eisenbakterien zugezählt wird, bildet ebenfalls einen ständigen Bewohner des Prager Leitungswassers. Ja, was die Massenhaftigkeit der Entwicklung anlangt, nimmt sie unter der Vegetation der Röhrenwandungen unstreitig den ersten Rang ein. Sie fand sich in jeder Probe, meist in grösseren oder kleineren Räschen auf Teilen von Eisenoxydhydrat festsitzend. Oft bestand ein solches Räschen aus mehreren Hunderten von Fäden in den verschiedensten Entwicklungsstadien. In welchen Mengen dieser viel beschriebene Spaltpilz auch in der hiesigen Leitung auftritt, davon kann man sich mitunter leicht überzeugen, wenn man nur in einem Glase etwas Wasser auffängt. Deutlich sieht man in demselben grössere und kleinere weisse Flocken schweben, die losgerissenen Rasen von Crenothrix polyspora.

Die dritte Bakterie, die wohl mit Unrecht den Eisenorganismen beigesellt wird, Cladothrix dichotoma, war nicht so regelmässig zu finden. Mitunter zeigte auch sie sich relativ häufig; zuweilen konnte ich sie neben Crenothrix auf einem und demselben Eisenoxydhydratbrocken beobachten.

Clonothrix fusca wurde erst in jüngster Zeit von Schorler (41.) als neue Eisenbakterie beschrieben und ist bisher nur in den Wasserwerken von Dresden und Meissen beobachtet worden. Ich fand sie in der Prager Leitung erst im Dezember 1905 vereinzelt zwischen den Crenothrix-Rasen. Die schön verzweigten Fäden zeigten die von Schorler angeführten charakteristischen Merkmale, so dass über die Identität derselben mit Clonothrix wohl kein Zweifel bestehen kann.

Was das Verhalten der Eisenbakterien zum Eisen anlangt, so schliesst sich ihnen unmittelbar ein sehr interessanter und in der Prager Wasserleitung sehr häufiger Flagellat an, nämlich Anthophysa vegetans. Schon Vejdovský (49.) hat auf das reichliche Vorkommen dieses Organismus in unserem Wasser hingewiesen und ihn in erster Linie für die Bildung des Eisenoxydhydratniederschlages in der Leitung verantwortlich gemacht. Auch Adler hat in einer kürzlich erschienenen Arbeit die Häufigkeit dieses Flagellaten im hiesigen Leitungswasser betont (1 S 217). Die an den langen, verzweigten, durch Eisenoxydhydrat tief braun gefärbten Stielgerüsten sitzenden, kugeligen Kolonien trennen sich ungemein leicht ab, weshalb im frischen Fange nur Teile von Stielen oder vereinzelte, schnell durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes rollende Kolonien zu entdecken waren. Doch liess man den Fang einige Zeit stehen, so setzten sich dieselben an den Wänden des Gefässes fest und bildeten bald schon für das blosse Auge sichtbare, dunkelbraune Räschen. Die Fragmente der Stielgerüste sind unter Umständen nur schwer von den Scheiden von Leptothrix ochracea zu unterscheiden, welcher an der Bildung des Eisenrostniederschlages in den Prager Leitungen die gleiche Rolle zuzuschreiben sein dürfte, wie der Anthophysa.

Endlich seien noch zwei Ciliaten erwähnt, die ständig zu finden waren und durch ihre Grösse die Aufmerksamkeit jedes Beobachters erregen müssen. Es sind dies Carchesium Lachmanni und Epistylis umbellaria.

Von der Carchesium-Art waren im frischen Fange auch nur losgerissene Glocken zu finden. Doch in den Kulturgefässen entwickelten sie sich bald zu ansehnlichen Kolonien, sodass eine nähere Bestimmung versucht werden konnte.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Glocken wiesen die sehr bedeutende Länge von 140—150 μ auf. Obwohl nach den mir zur Verfügung stehenden zoologischen Bestimmungsmitteln (Blochmann, Mikroskop. Tierwelt; Eyferth, Niedrigste Lebensformen; Mez, Mikroskop. Wasseranalyse) dem Carchesium Lachmani keine so bedeutende Grösse zukommt (nur 100—110 μ) so möchte ich bei dem vollständigen Übereinstimmen sämmtlicher anderen Merkmale doch annehmen, dass hier die genannte Spezies vorliegt.

Epistylis umbellaria gelangte in meinen Kulturgefässen nicht zur weiteren Entwicklung. In den Proben fielen besonders ihre langen, bis 15 μ dicken Stiele auf.

Es wäre nun allerdings möglich, dass diese Organismen nicht erst in der Leitung zur Entwicklung kommen, sondern von aussen her mit dem Wasser in sie hineingelangen. Dass dies bei Crenothrix, diesem typischen Bewohner der Wasserleitungen, nicht der Fall ist, wird wohl niemand bezweifeln. Doch auch die übrigen Organismen fand ich im Plankton des Flusses entweder gar nicht (Leptothrix, Anthophysa) oder nur sehr spärlich (Cladothrix, Carchesium, Epistylis) vor, sodass ich mich zu der Annahme genötigt sah, sie als Angehörige der eben geschilderten primären Vegetation der Leitung zu bezeichnen.

Doch bin ich weit entfernt davon zu glauben, hiermit alle Organismen, welche die Wandungen des Leitungskörpers sich zum Wohnsitz auserkoren, erwähnt zu haben; es dürften sich gewiss noch manche andere Spezies vorfinden. Die häufigsten, als Leitorganismen für die betreffende Lebensgemeinschaft aufzufassenden Formen dürften aber jedenfalls in meine Filter geraten und im Vorhergehenden berücksichtigt worden sein.

Von Interesse ist es, dass überall dort, wo die Räume einer Wasserleitung Gegenstand einer biologischen Untersuchung geworden sind, eine ganz ähnliche Organismenwelt konstatiert werden konnte. Wenn sich auch das Auftreten der einzelnen Arten nicht überall in ganz gleicher Weise wiederholt, so ist doch der Gesammteindruck, den diese Vegetation hervorbringt, stets der gleiche und insbesondere immer durch das Vorherrschen von Crenothrix polyspora charakterisiert.

Eine Periodizität der Entwicklung im Laufe des Jahres war bei den genannten Organismen mit Hilfe der angewandten Methoden nicht leicht zu konstatieren. Denn obwohl stets reichlich vorhanden, wiesen sie doch in ihrem Auftreten oft ganz unregelmässige Schwankungen auf. Diese dürften wohl auf die wechselnde Geschwindigkeit der Wasserströmung in den Röhren zurückzuführen sein. Beginnt in einem Teile der Leitung das Wasser aus irgend einem Grunde stärker zu strömen, so dürften naturgemäss auch mehr Organismen von ihrer Unterlage losgerissen werden als unter normalen Verhältnissen und es kann auf diese Weise dem Beobachter eine stärkere Wucherung eines oder des anderen Organismus vorgetäuscht werden. Die durch diesen und vielleicht noch andere Faktoren hervorgerufenen Unregelmässigkeiten kommen für Crenothrix auch in Tab. I zum Ausdruck.

Doch ist es ausser Zweifel, dass diese in den geschützten Räumen einer Wasserleitung lebenden Pflanzen und Tiere bei weitem weniger den Wechsel der Jahreszeiten erfahren wie die Vegetation der offenen Gewässer. Hier sind es eben nur die Schwankungen der Temperatur, allenfalls noch der wechselnde Sauerstoff-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

gehalt des Wassers, die einen Einfluss auszuüben vermögen, während alle anderen Umstände, wie Witterungsverhältnisse, die Lichtintensität und was sonst noch immer die Mikroflora im Freien beeinflussen mag, so gut wie ganz wegfallen. Deshalb darf es nicht Wunder nehmen, dass die Vertreter dieser Gruppe durch das ganze Jahr reichlich im Plankton des Leitungswassers zu finden waren. Wohl aber glaube ich sagen zu können, dass es besonders die kühlere Jahreszeit ist, die ihrer Entwicklung ammeisten zusagt. Ja in den Wintermonaten repraesentiert diese Organismengruppe, die im Sommer so stark gegenüber der anderen zurücktritt, geradezu das Leben in der Prager Wasserleitung.

Von den eben besprochenen Organismen, der Vegetation einer Wasserleitung im strengsten Sinne des Wortes, ist die früher charakterisierte sekundäre Vegetation scharf zu scheiden. Denn während für jene die Räume der Leitung die eigentliche Heimat bilden, sind die Vertreter dieser durch den Wasserstrom in das Röhrensystem hineingerissen worden und müssten bei lange andauerndem Aufenthalte daselbst meist unfehlbar zugrunde gehen. Schon ihre Herkunft bedingt eine grosse Mannigfaltigkeit der Arten und diese ist im Prager Leitungswasser in Wirklichkeit auch sehr bedeutend. Nimmt dasselbe doch seinen Ursprung im Flusslaufe der Moldau und ist gerade das Phytoplankton der Flüsse, soweit es die bisherigen Untersuchungen erkennen lassen, besonders durch seinen Formenreichtum ausgezeichnet. Genauer sollen die Beziehungen der Leitungsflora zum Plankton des Flusses später dargelegt werden.

Dass bei der in ihren unwesentlichen Bestandteilen mehr minder von Zufälligkeiten abhängigen Zusammensetzung dieser zweiten Gruppe der Organismenwelt unserer Wasserleitung eine vollständige Angabe aller vorkommenden Arten fast an die Unmöglichkeit grenzt, ist wohl begreiflich. Das vereinzelte Vorkommen solcher nicht ständig auftretenden Formen, das ja für die Charakteristik der Mikroflora keinen Wert besitzt, wurde nur dann vermerkt, wenn der betreffende Organismus in Böhmen noch nicht beobachtet worden war oder sonst irgendein Interesse bot.

Die weitaus überwiegende Mehrheit der aufgefundenen Arten sind Planktonformen; ein kleiner Teil nur wird von Vertretern des Benthos gebildet, die vom Grunde oder den Rändern des Flusses weggerissen, tychoplanktonisch in dem Wasser vorhanden sind. So fanden sich in den untersuchten Proben meist auch Bodenformen von Diatomeen, wie Nitzschia sigmoidea Sm., Cymatopleura solea Bréb. u. C. eliptica Bréb., verschiedene Navicula-, Surirella-, Gomphonema- und Cymbella-Arten. Letztere, doch meist nur ihre leeren Schalen, beobachtete ich noch am häufigsten. Ferner begegneten mir mitunter auch Stücke von Spirogyra, Ulothrix, Stigeoclonium u. a. Doch war das Auftreten aller dieser Formen so unregelmässig und vereinzelt, dass ich von einer genaueren Aufzählung der Arten absehe.

Nur einen Fund möchte ich erwähnen, der mir öfters aufstiess und vielleicht einiges Interesse erwecken dürfte. Mitunter fanden sich nämlich besonders in den Frühlingsmonaten, jedoch auch im Winter, losgerissene, lebende Stücke einer Süsswasser-Rhodophycee, Chantransia chalybdea Fr. Dieses Vorkommen ist umso

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

auffallender, als diese Art in der Regel das klare, schnell fliessende Wasser von Quellbächen liebt. Ob sie im vorliegenden Falle nun dem Flussbett der Moldau selbst entstammte oder diesem durch einen kleineren Bach zugeführt wurde, wage ich nicht zu entscheiden. Dass das erstere möglich wäre, beweist der Umstand, dass dieselbe Art von Schorler (40, S. 40) in der Elbe bei Dresden und neuerdings auch von Volk (50, S. 107) im gleichen Flusse bei Hamburg nachgewiesen wurde.

Von ungleich grösserem Interesse für die Vegetation des Leitungswassers sind die Planktonformen, welche darin zu finden sind; sie bilden durch das ganze Jahr mit Ausnahme der Wintermonate den weitaus grössten Teil der Flora unserer Leitung. Ist ja gerade das Plankton in seiner Ernährung und den sonstigen Lebensbedingungen so ganz unmittelbar von dem Wasser, in welchem es schwebt, abhängig, sodass es wohl bei einer biologischen Wasseruntersuchung in den Vordergrund gestellt zu werden verdient. In welcher Formenfülle die Lebensgemeinschaft der Schwebewesen auch in der Prager Leitung vertreten ist, davon mag folgende Aufzählung ein Zeugnis geben, bei der, wie schon gesagt, alle vereinzelten und weniger interessanten Funde fortgelassen wurden.

Flagellata.

Oicomonas termo Ehrbg.
Trachelomonas volvocina Ehrbg.
Trachelomonas hispida Stein.
Chromophyton Rosanoffii Woronin.
Chrysococcus rufescens Klebs.
Dinobryon sertularia Ehrbg.
Mikroglena punctifera Ehrbg.
Mallomonas Plössli Perty.
Cryptomonas ovata Ehrbg.
Chroomonas Nordstedtii Hansg.

Peridiniaceae.

Peridinium bipes Stein.
Peridinium quadridens Stein.
Gymnodinium aeruginosum Stein.
Gymnodinium hyalinum Schilling.
Gymnodinium sp.

Bacillariaceae.

Cyclotella Meneghiniana Kütz.
Melosira varians Ag.
Melosira granulata (Ehrbg.) Ralfs.
Ceratoneïs arcus Kütz.
Tabellaria flocculosa (Roth) Kütz.
Tabellaria fenestrata (Lyngb.) Kütz.
Asterionella gracillima Heib.
Fragilaria virescens Ralfs
Fragilaria Crotonensis (A. M. Edv.) Kittou.
Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb.
Synedra acus (Kütz.) Grun.
Synedra delicatissima. W. Sm.
Synedra actinastroides Lemm.
Nitzschia palea W. Sm.
Meridion circulare Ag.
Diatoma vulgare Bóry.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Conjugatae.

Staurastrum gracile Ralfs.
Staurastrum sp.
Closterium acerosum Ehrb.
Closterium Leibleinii Kg.

Chlorophyceae.

Chlamydomonas pluvisculus Ehrbg.
Chlamydomonas obtusa A. Braun.
Pandorina morum Ehrbg.
Eudorina elegans Ehrbg.
Polyëdrium trigonum Näg.
Rhaphidium polymorphum Fres.
Selenastrum Bibraianum Reinsch.
Nephrocytium Naegelii Grun.
Scenedesmus quadricauda (Turp) Bréb.
Scenedesmus obliquus (Turp) Ktz.
Scenedesmus denticulatus Lagerh.
Scenedesmus bijugatus (Turp) Ktzg.
Staurogenia rectangularis A. Br.
Staurogenia quadrata Morren.
Staurogenia heteracantha Nordst.
Actinastrum Hantschii Lagerh.
Botryococcus Braunii Ktzg.
Dictyosphaerium pulchellum Wood.
Cohniella staurogeniaeformis Schröd.
Lagerheimia wratislawensis Schröd.
Chodatella longiseta Lemm.
Richteriella botryoides Lemm.
Goleukinia armata Lemm.
Acanthosphaera Zachariasi Lemm.
Coelastrum microporum Naegeli.
Coelastrum proboscideum Bohl.
Pediastrum pertusum Kg.
Pediastrum Boryanum Men.
Pediastrum Ehrenbergii A. Br.
Pediastrum biradiatum Meyen.

Schizophyceae.

Coelosphaerium Kützigianum Näg.
Clathrocystis aeruginosa Henfr.
Tetrapedia emarginata Schröd.
Chroococcus sp.

Es sei mir nun noch gestattet, im Folgenden einige Bemerkungen über einzelne der vorgefundenen Organismen beizufügen.

Dass sich Chromophyton Rosanoffii im Prager Leitungswasser vorfindet, darf nicht wundernehmen, bildet es doch einen ständigen Bewohner der mit Leitungswasser gefüllten Aquarien und Tonschalen im hiesigen botanischen Garten. Allerdings fand es sich in den Proben nur sehr vereinzelt, doch dies genügt augenscheinlich, um unter den für diesen Organismus offenbar sehr günstigen Bedingungen im Glashause alle Wasserflächen mit einem prachtvoll goldig schimmernden Häutchen zu bedecken, eine Erscheinung, die jüngst erst den Anlass zu Professor Molischs Untersuchungen über den Goldglanz dieses Flagellaten gegeben hat (31).

Gymnodinium sp. Die Bestimmung dieser etwa 30 μ grossen, gelbbraunen Form, die in den ersten Frühlingsmonaten recht häufig zu finden war, konnte mir nach der Arbeit Schillings über die Süsswasserperidineen (37) trotz aller Bemühungen nicht gelingen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Synedra actinastroides. Diese Planktonform ist erst in letzter Zeit von Lemmermann (24 S. 30) aufgefunden worden. Später (25 S. 170) hat derselbe Forscher noch eine von der typischen abweichende Form mit kleineren, nur 27 μ langen Schalen beschrieben. Die Zellen dieser Art, welche im Prager Leitungswasser die zierlich sternförmigen Kolonien zusammensetzen, gehörten durchaus der kleineren Varietät an. Im Allgemeinen fand sich diese Diatomee besonders im Sommer recht häufig.

Ein Blick in das Verzeichnis der Chlorophyceen lässt zwar eine grosse Mannigfaltigkeit der Arten erkennen, doch gehören die meisten von ihnen zu den gemeinsten und allgemein verbreiteten Algen, sodass wohl weitere Bemerkungen über sie nicht nötig sind.

Erwähnen möchte ich nur, dass ich das zierliche, von Senn (44 S. 67) neuerdings untersuchte Coelastrum proboscideum nur einmal beobachten konnte, trotzdem aber wegen des Interesses, welches das Vorkommen dieser selteneren und in Böhmen meines Wissens noch nicht aufgefundenen Alge bietet, in das Verzeichnis aufnahm.

Ferner möchte ich auf einige mit sehr zierlichen Schwebeapparaten ausgestattete Formen hinweisen, deren Entdeckung der neueren Planktonmethodik zu verdanken ist und die daher erst in den letzten Jahren beschrieben worden sind. Mit einer Ausnahme wurden auch sie in Böhmen bisher noch nicht beobachtet und es sei mir daher gestattet, einige Worte über ihr Vorkommen in der Wasserleitung zu verlieren.

Richteriella botryoides wurde schon von Fritsch und Vávra (10 S. 151) in einem Altwasser der Elbe aufgefunden. Im Prager Leitungswasser konnte ich die prachtvoll smaragdgrünen, mit zierlichen Stacheln bewehrten Kolonien dieser Alge während der Sommermonate nicht selten unter den anderen Chlorophyceen bemerken.

Sehr selten fanden sich um dieselbe Zeit zwei sehr schöne Planktonten des Süsswassers, Acanthosphaera Zachariasi und Golenkinia armata, beide erst kürzlich von Lemmermann beschrieben (27 S. 118, 26 S. 193).

Bedeutend häufiger, ja fast in jedem Praeparat des Juni-Materials kam eine andere, interessante Alge vor, die mit ihren an den beiden Enden der elipsoidischen Zelle gleich einem Doppelfallschirm angeordneten Stacheln so recht an das Schwebedasein angepasst erscheint, Chodatella longiseta. Auch verschiedene Entwicklungsstadien dieser Art fanden sich nicht selten.

Staurogenia heteracantha. Diese von Nordstedt zuerst in nordischen Gewässern gefundene, später auch von Chodat und Schmidle (39 S. 157) untersuchte Form trat mit ihren aus 4, von je zwei ungleich langen Stacheln gezierten Zellen bestehenden Kolonien während der Sommermonate recht häufig im Leitungswasser auf. Neuerdings hat auch Volk (50 S. 106) diese Spezies im Elbe-Plankton bei Hamburg nachgewiesen.

Kohniella staurogeniaeformis und Lagerheimia wratislawensis sind Formen, welche zugleich mit der Cyanophycee Tetrapedia

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

emarginata von Schröder (42 S. 373) im Plankton des Teiches im bot. Garten zu Breslau entdeckt und später auch von Lemmermann in verschiedenen norddeutschen Gewässern wiedergefunden worden sind. Ihr relativ häufiges Vorkommen im hiesigen Leitungswasser deutet darauf hin, dass sie wohl ziemlich allgemein verbreitet sein dürften.

Beobachtungen über die Periodizität im Auftreten der einzelnen Arten.

Seitdem Robert Lauterborn (21) im Jahre 1893 darauf hingewiesen hatte, dass die mikroskopische Organismenwelt eines Gewässers in ihrer Zusammensetzung ebenso dem Einfluss des Wechsels der Jahreszeiten unterworfen ist wie die Flora eines Landbezirkes, hat man sich besonders seit dem Aufblühen der Planktologie in den letzten Jahren auch eifrig mit der Periodizität im Auftreten der einzelnen Planktonformen in unseren süssen Gewässern beschäftigt. Alle auf diesen Gegenstand bezüglichen Arbeiten aufzuzählen, würde zu weit führen; es soll genügen, nur auf die für vorliegende Untersuchung wichtigen Abhandlungen kurz hinzuweisen.

Insbesondere haben zwei der Begründer der modernen Süsswasserbiologie, O. Zacharias (54) und C. Apstein (2), durch zahlreiche Beobachtungen und hauptsächlich durch rationelle Anwendung der quantitativen Methode diese Periodizität für die baltischen Seen Norddeutschlands sehr genau festgestellt. Spätere Forscher haben sich meist nur mit beiläufigen Schätzungen begnügt; dies ist auch der Fall bei den Arbeiten von Lemmermann (23) und Strohmayer (46) über Algenflora des Bremer, bezw. Hamburger Wasserwerkes, Abhandlungen, die wie schon erwähnt, nur die Vegetation auf den Filtern und Kläranlagen zum Gegenstande haben.

Obwohl Wasserleitungen, deren Wasser nicht auf seinen Bakteriengehalt genau quantitativ untersucht worden wäre, zu den Seltenheiten gehören dürften, ist ein Gleiches mit den eventuell im Leitungswasser enthaltenen Algen und anderen Organismen meines Wissens noch nicht geschehen, und doch dürfte eine solche Feststellung nach den Erfahrungen der letzten Jahre für die Wasserbeurteilung nicht ohne Bedeutung sein. Doch ganz abgesehen davon dürfte der Wechsel der Organismenwelt des Leitungswassers im Laufe des Jahres einiges Interessante bieten und deshalb habe ich es versucht, im Folgenden die Periodizität im Auftreten einer Anzahl von Arten möglichst genau festzustellen.

Zu diesem Zwecke gelangte, wie schon früher erwähnt, neben der Untersuchung und Abschätzung von meist wöchentlich der Leitung entnommenen qualitativen Proben hauptsächlich die Hensensche Zählmethode zur Anwendung. Dies umso mehr, als die Art und Weise der Probeentnahme, wie sie früher geschildert wurde, Resultate erhoffen liess, die weit mehr den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, als die durch Fischen mit dem Apsteinschen quantitativen Netze in einem offenen Gewässer gewonnenen. Denn die bei der letztgenannten Methode vorhandenen Versuchsfehler kommen wohl in diesem Falle gar nicht in Betracht.

Die Zählungen wurden für den Zeitraum eines Jahres ausgeführt und zwar von Juni 1903 bis Juni 1904. Es gelangten aus dieser Zeit 17 quantitative Proben,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

die in Zwischenräumen von 14 Tagen bis 1 Monat entnommen waren, zur Untersuchung. Die in der Zwischenzeit fortlaufende Durchmusterung des Planktons zum Zwecke der Bestimmung der Arten gab immer wieder beiläufig einen Fingerzeig, wann die Flora sich so weit verändert hatte, dass wiederum eine Zählung notwendig wurde. Für den Rest der zweijährigen Beobachtungsperiode, u. zw. für die Zeit von Februar bis Juni 1903 und Juni 1904 bis Februar 1905, gelangte ausschliesslich die schätzungsweise Bestimmung der relativen Mengenverhältnisse, in denen sich die einzelnen Arten vorfanden, zur Anwendung; doch gaben auch hier die für das eine Jahr gewonnenen Zahlen eine festere Basis für die Beurteilung etwaiger Übereinstimmungen oder Verschiedenheiten im Verhalten der betreffenden Organismen in der übrigen Beobachtungszeit.

Die Ergebnisse der Zählungen sind in der Tabelle I zusammengestellt. Die Zahlen beziehen sich stets auf 50 *l* Leitungswasser.

Neben den Vertretern der „sekundären Vegetation" wurde auch Crenothrix mitgezählt. Die einzelnen Rasen wurden, wegen der Unmöglichkeit, stets die einzelnen Fäden zu zählen, mit 10 Fäden bewertet, eine Zahl, die eher viel zu niedrig als zu hoch gegriffen ist. Immerhin vermögen die Zahlen einen Begriff davon zu geben, wie häufig dieser Organismus vorkommt und sie lehren anderseits auch, dass eine Periodizität aus den betreffenden Daten schwerlich herausgelesen werden kann. —

Auf Grund der in dieser Tabelle angeführten Daten und der Ergebnisse der sonstigen mikroskopischen Untersuchung der Proben kann man über das Auftreten der einzelnen Arten während eines Jahres Folgendes aussagen.

Wie von vorneherein zu erwarten war, ergibt sich zunächst in Übereinstimmung mit den allgemein in offenen Gewässern gemachten Erfahrungen[1]) aus der Betrachtung der Tabelle, dass sich die einzelnen Organismengruppen, ja sogar die einzelnen Arten sehr verschieden zu dem Wechsel der Jahreszeiten stellen, in verschiedenen Monaten ihre optimalen Existenzbedingungen finden und infolgedessen auch ihre stärkste Entwicklung erlangen.

1. Flagellaten.

Die Vertreter dieser Gruppe fanden sich zwar nicht in so grosser Menge, um als vorherrschend in der Vegetation der Prager Leitung bezeichnet werden zu können, immerhin aber doch zahlreich genug, um einige Aufmerksamkeit zu verdienen. Bei der Mehrzahl der hierher gehörigen Formen konnte jedoch leider die Zählmethode nicht zur Anwendung gelangen, einerseits wegen der Kleinheit der Individuen, andererseits ihres zarten Baues wegen, der durch das angewandte Fixierungsmittel (Formol) oft bis zur Unkenntlichkeit deformiert wurde. Nur bei einer Gattung gelang die Zählung, nämlich bei Trachelomonas, deren feste, durch Eiseneinlagerung charakteristisch braune Hülle sie leicht erkennen lies. Die auf die übrigen Flagellaten bezüglichen Angaben gründen sich nur auf die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung noch lebender Proben.

[1]) vergl. auch das betreffende Kapitel bei Oltmans (33. II. S. 206.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle I.

	13. Juni 1903	9. Juli	23. Juli	13. August	28. August	14. September	18. Oktober
	17°	20°	22°	20°	18·5°	17°	13·5°
Trachelomonas	6000	10.000	6.000	4.000	8.000	10.000	16.000
Coelosphaerium Kützigianum	—	—	—	6.000	28.000	96.000	68.000
Tetrapedia emarginata . . .	—	—	—	—	2.000	—	1.000
Cyclotella Meneghiniana . .	42.000	152.000	36 000	54.000	66.000	30.000	1.000
Melosira granulata	206.000	286.000	352.000	510.000	376.000	1,276.000	2,061.000
Ceratoneis arcus	*	*	*	*	*	*	*
Asterionella formosa	6.000	4.000	6.000	2.000	2.000	4.000	4.000
Synedra ulna	36.000	60.000	34.000	16.000	12.000	16.000	30.000
Synedra delicatissima . . .	100.000	296.000	28.000	10.000	10.000	6.000	2.000
Staurastrum gracile	10.000	16.000	2.000	2.000	2.000	2.000	—
Staurastrum sp.	—	30.000	6.000	2.000	8.000	2.000	—
Eudorina elegans	—	1.000	1.000	1.000	1.000	2.000	1 000
Selenastrum Bibraianum . .	—	4.000	4.000	2.000	2.000	1.000	—
Rhaphidium polymorphum .	—	20.000	4.000	2.000	8.000	1.000	4.000
Nephrocytium Aghardianum	—	52.000	2.000	2.000	10.000	1.000	—
Scenedesmus quadricauda . .	412.000	760.000	254.000	178.000	286.000	122.000	82.000
Scenedesmus obliquus . . .	108.000	120.000	54.000	18.000	26.000	8.000	4.000
Scenedesmus denticulatus . .	—	41.000	8.000	6.000	10.000	2.000	2.000
Staurogenia rectangularis . .	106.000	170.000	18.000	18.000	22.000	1.000	10.000
Staurogenia heteracantha . .	—	4.000	—	2.000	2.000	2.000	1.000
Actinastrum Hantschii . . .	4.000	30.000	10.000	4.000	28.000	—	—
Coelastrum microporum . .	—	54.000	6.000	8.000	28.000	6.000	1.000
Pediastrum pertusum . . .	82.000	201.000	50.000	30.000	32.000	12.000	6.000
Pediastrum boryanum . . .	90.000	221.000	58.000	26.000	28.000	16.000	18.000
Pediastrum Ehrenbergii . .	24.000	31.000	12.000	6.000	6.000	4.000	2.000
Pediastrum biradiatum . . .	4.000	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	—
Crenothrix polyspora	30.000	202.000	134.000	500.000	322.000	500.000	200.000
Gesamtvegetation ohne Crenotbrix	1,236.000	2,576.000	952.000	911.000	1,005.000	1,623.000	2,319.000
Summe der Diatomeen . . .	390 000	798.000	456.000	592.000	466.000	1,332.000	2,101.000
Diatomeen, Anteil an der Gesamtsumme	31·4%	30·8%	47·8%	65%	46·4%	82·1%	90·6%
Summe der Chlorophyceen u. Cyanophyceen	846.000	1,778.000	196 000	313.000	509.000	195.000	119.000
dieselben, Anteil an der Gesamtsumme	68·6%	69·2%	52·2%	34·4%	50·6%	12%	6·4%

*) In den mit * bezeichneten Fällen liegen keine Zahlungen beziehungsweise Messungen vor.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tabelle I.

4. November	18. November	13. Dezember	13. Jänner 1904	15. Februar	14. März	6. April	25. April	19. Mai	1. Juni
12°	10°	5·5°	4°	*	6°	7°	10°	14°	14°
10.000	2.000	—	1.000	—	1.000	1.000	—	2.000	8.000
6.000	—	—	—	—	—	—	—	1.000	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000
2.000	—	—	1.000	—	—	2.000	—	4.000	16.000
298.000	36.000	22.000	6.000	6.000	28.000	52.000	46.000	144.000	320.000
*	2.000	4.000	4.000	14.000	322.000	260.000	26.000	46.000	62.000
—	1.000	—	—	—	1.000	—	4.000	2.000	1.000
108.000	12.000	24.000	12.000	16.000	138.000	2,444.000	988.000	168.000	276.000
—	—	—	—	—	1.000	2.000	6.000	4.000	4.000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.000	—	—	—	—	—	—	—	—	1.000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.000
1.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38.000	8.000	2.000	1.000	2.000	2.000	1.000	2.000	58.000	268.000
4.000	2.000	—	—	1.000	—	—	—	16.000	34.000
—	—	—	—	—	—	—	—	1.000	—
2.000	—	—	—	—	—	—	—	1.000	14.000
1.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.000	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.000	—	—	—	—	—	—	—	1.000	—
4.000	1.000	—	—	—	—	1.000	—	6.000	14.000
6.000	1.000	—	—	—	—	—	1.000	8.000	34.000
2.000	1.000	—	—	—	—	—	—	—	6.000
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.000
964.000	42.000	66.000	84.000	22.000	42.000	68.000	48.000	108.000	204.000
486.000	66.000	52.000	25.000	39.000	493.000	2,529.000	1,073.000	462.000	1,063.000
408.000	51.000	50.000	22.000	36.000	488.000	2,524.000	1,070.000	368.000	679.000
8·4%	77·3%	96%	88%	92·3%	98·9%	99·1%	99·7%	79·6%	63·8%
72.000	15.000	2.000	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000	93.000	383.000
14·8%	22·7%	4%	8%	7·7%	1·1%	0·9%	0·3%	20·1%	36·2%

*) In den mit * bezeichneten Fällen liegen keine Zählungen beziehungsweise Messungen vor.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Nach diesen Befunden sind es die ersten Monate des Vorfrühlings, besonders Februar und März, in welche die maximale Entwicklung der Mehrzahl dieser Flagellaten fällt. In einer Zeit, wo sonst noch die ganze Vegetation wie auf dem Lande, so auch im Wasser ruht, wird das Leitungswasser schon von nicht geringen Mengen dieser Organismen bevölkert. Ja, vielen Arten der Gruppe scheint gerade die niedere Temperatur und die geringe Lichtintensität dieser Zeit am besten zu behagen, denn beim Vorrücken der Jahreszeit verschwinden sie allmählig aus dem Plankton, um im Sommer nur mehr spärlich aufzutreten.

Was die Häufigkeit anlangt, so fand sich von Chrysomonaden sehr zahlreich Chrysococcus rufescens, weniger häufig Mallomonas und Microglena, am seltensten Chromophyton und Dinobryon, obwohl der letztgenannte Flagellat sonst zu den verbreitetsten Planktonorganismen gehört. Allerdings scheint er ein klares, reines Wasser zu lieben, ein Umstand, auf den schon Apstein (2. S. 95.). Hingewiesen hat und auf den er seine Einteilung der Binnengewässer in Dinobryon- und Chroococcaceenseen gründet. Diese Vorliebe für relativ reines Wasser dürfte vielleicht auch das seltene Auftreten dieser Chrysomonade in der Moldau und somit auch im Prager Leitungswasser erklären, für deren Flora wohl zunächst die Wässer Centralböhmens bezw. der südlichen Umgebung Prags in Betracht kommen und welche sich in den meisten Fällen keiner besonderen Reinheit rühmen dürfen. Dort findet sich auch Dinobryon sehr selten vor, wie z. B. auch Fritsch und Vávra (8. S. 99.) im Unterpočernitzer Teiche konstatieren konnten. Dass diese Form sonst auch in Böhmen häufig ist, beweisen die Untersuchungen der Elb-Altwässer (10 S. 81.) und davon konnte ich mich auch oft beim Planktonfischen in nordböhmischen Teichen und Tümpeln überzeugen.

Einige der Flagellatenspezies fanden sich zwar auch im Vorfrühling sehr zahlreich, verteilten sich jedoch in ihrem Vorkommen auch auf die anderen Monate. Dies gilt besonders von dem interessanten spangrünen Chroomonas Nordstedtii, von Cryptomonas ovata und von Oikomonas termo.

Die beiden Trachelomonas-Arten, von denen Trachelomonas volvocina bei weitem vorherrschte, fanden sich laut Tabelle I in der relativ mässigen Anzahl von einigen tausend Exemplaren in 50 l. und zeigten ein Maximum im Oktober.

2 *Peridineen.*

Ein ähnliches Verhalten, wie die Flagellaten zeigten ihre nahen Verwandten, die Peridineen, nur traten sie in noch viel geringerer Anzahl auf. Des Interesses wegen, das diese Formen mit Recht geniessen, sei hier nur erwähnt, dass auch sie meist im Vorfrühlinge vorkamen. Am häufigsten zeigte sich das nicht näher identifizierte Gymnodinium, weniger zahlreich die Peridinium Arten. Gymnodinium aeruginosum, das durch seine spangrüne Färbung so auffallend von seinen Gattungsverwandten abweicht, fand sich auch während der Sommermonate vereinzelt vor.

3. *Bacillariaceen.*

Waren die bisher besprochenen Gruppen von untergeordneter Bedeutung für die Vegetation des Prager Leitungswassers, so kommt den Diatomeen eine wich-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

tige, ja man kann sagen die hervorragendste Rolle unter den Lebewesen dieser Mikroflora zu. Ein Blick auf die Tabelle sowie auf Fig. 1., welche einen Versuch darstellt, auf Grund der gewonnenen Zahlen den Verlauf der Diatomeenvegetation in der Zeit von Juni 1903 bis Juni 1904 graphisch darzustellen, lehrt, dass diese Kieselalgen zu keiner Jahreszeit im Leitungswasser fehlten. Ihre An-

Fig. 1. Verlauf der Diatomeenvegetation in der Prager Wasserleitung während des Jahres 1903/4, graphisch dargestellt.

zahl sank nicht unter 30·8% der Gesamtsumme, ja zu gewissen Zeiten machte sie sogar 99·7% derselben aus.

Der Verlauf der Vegetationskurve weist in Übereinstimmung mit den an andern Gewässern gemachten Beobachtungen zwei ungefähr gleich hohe Maxima auf. Das Minimum lag naturgemäss in den Wintermonaten, doch schon im ersten Vorfrühling begann die Gesammtzahl dieser Algen rasch anzusteigen, um in April das erste, sehr bedeutende Maximum zu erreichen. Bald erfolgte jedoch ein rascher Abfall und das zweite Minimum während der warmen Sommermonate wurde nur durch geringe Schwankungen unterbrochen. Mit dem Herannahen des Herbstes nahm auch die Zahl der Diatomeen wieder rasch zu um im Oktober zu einem zweiten Maximum anzusteigen, das dem ersten an Massenhaftigkeit der Entwicklung

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

kaum nachstand. Durch das rasche Absinken der Zahl zum Winter-Minimum schloss sich der Kreislauf der Vegetation für die Diatomeen. Während der zweijährigen Beobachtungsperiode trat im Jahre 1903 das erste Maximum Ende April, im Jahre 1904 Anfangs April auf. Das zweite Maximum, das im ersten Beobachtungsjahre um Mitte Oktober fiel, blieb im Jahre 1904 aus, eine Tatsache, welche ich auf Rechnung der ganz abnormen Wasserverhältnisse dieses Sommers setzen möchte, die durch die ungewöhnlich lang andauernde Dürre hervorgerufen worden waren; ich werde später noch Gelegenheit haben auf diesen Umstand zurückzukommen.

Fasst man nun die in der Tabelle für die einzelnen Diatomeenspezies verzeichneten Zahlen näher ins Auge, so stellt sich heraus, dass an diesem Verlaufe der Vegetationskurve sich nicht alle Arten in gleicher Weise und zu gleicher Zeit beteiligen; ja, es ist auffallend, dass jedes der beiden Maxima sein Entstehen dem massenhaften Auftreten von nur einer Spezies verdankt, welche noch dazu für beide Maxima eine ganz verschiedene ist. (Vrgl. auch Fig. 3.) Es sind dies die beiden Arten Synedra ulna und Melosira granulata.

Synedra ulna ist einer der charakteristischesten Vertreter der Mikroflora der hiesigen Wasserleitung. Die langgestreckten Zellen konnten zu jeder Jahreszeit in beträchtlicher Menge gefunden werden, selbst in den Wintermonaten fehlten sie nicht. Die Vegetation verlief in beiden Jahren, über die sich die Beobachtungen erstreckten, sehr gleichförmig. Nach dem naturgemäss in die Wintermonate fallenden Minimum erfolgte ein rasches Ansteigen ihrer Zahl während des Vorfrühlings und im April bedingte ihr massenhaftes Auftreten das erste Maximum der Diatomeenvegetation überhaupt. Im Mai schon begann jedoch eine rasche Abnahme und abgesehen von einem etwas zahlreicheren Auftreten im Herbst vermochte der ganze folgende Rest des Jahres keine neuerliche sehr bedeutende Wucherung dieser Art herbeizuführen; sie verschwand nie aus dem Plankton, hob sich aber späterhin nicht mehr durch ihre Zahl erheblich von den anderen Komponenten desselben ab.

Melosira granulata, was die Menge anlangt, der Synedra vollkommen ebenbürtig, ist jene Kieselalge, die das herbstliche Maximum der Diatomeenentwickelung im Leitungswasser herbeiführte. Ihre Vegetationskurve erscheint gegenüber der von Synedra ulna gegen den Herbst hin verschoben. Nach dem Minimum im Winter erfolgte eine langsame Zunahme ihrer Zahl durch die Frühlings- und Sommermonate bis in den Herbst hinein, wo sie im Monate Oktober ihr Maximum erreichte. Ein rascher Abfall gegen den Winter hin führte ihre Zahl wieder dem Minimum zu.

Die absoluten Werte, welche die Zählungen für diese beiden Arten ergaben, sind erstaunlich gross und bleiben hinter den analogen Zahlen für stehende Gewässer nicht zurück. Laut Tabelle I. betrugen sie in der Zeit der maximalen Entwickelung für Synedra ulna 2,444.000 Zellen, für Melosira granulata 2,064.000 Fadenstücke in 50 *l* Leitungswasser; es finden sich also in der geringen Menge von 1 cm^3 des genannten Wassers zu gewissen Zeiten gegen 50 Exemplare dieser gewiss nicht zu den kleinsten gehörigen Algenarten. Die beiden eben besprochenen Spezies geben der Vegetationskurve der Diatomeen im Prager Leitungswasser im Allgemeinen ihr Gepräge und allen anderen Arten kommt nur eine mehr oder weniger untergeordnete Rolle zu.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Interessant ist es, dass auch bei diesen anderen Bacillariaceen das Maximum der Entwickelung ganz verschieden liegt. (Vrgl. Fig. 3.)

So erwies sich z. B. Ceratoneïs arcus als eine Frühlingspflanze im wahrsten Sinne des Wortes. Diese in van Heurks Synopsis (12, S. 148), als „selten" angeführte Form gehörte im Prager Leitungswasser zu den häufigsten Diatomeen. Kaum war die Eisdecke von der Moldau verschwunden, so begann sich diese zierliche Alge schon zu vermehren und um Mitte März hatte sie bereits ihr Maximum erreicht. Im Sommer und Herbst spielte diese Art nur mehr eine untergeordnete Rolle.

Fanden die eben besprochenen Formen im Frühling bezw. im Herbst die für ihre Entwickelung günstigsten Bedingungen, so wurde die Vermehrung zweier anderen Arten, Cyclotella Meneghiniana und Synedra delicatissima, wieder mehr durch die Wärme des Sommers gefördert, sie erreichten ihr Maximum im Juli.

Asterionella dagegen fand sich durch das ganze Jahr mit Ausnahme der Wintermonate in zwar geringer, aber immer ziemlich gleichmässiger Individuenzahl vor.

Aus dem eben über die Diatomeen Gesagten ist zu ersehen, wie verschiedene Ansprüche an die äusseren Verhältnisse die einzelnen Arten, selbst wenn sie einer Gattung angehören (wie Synedra ulna und S. delicatissima), stellen und man kann wohl schon auf Grund dieser Tatsache vermuten, dass das nähere Studium der Physiologie der interessanten Kieselalgen ein recht verschiedenes Verhalten der einzelnen Spezies aufdecken wird.

4. Chlorophyceen.

Viel gleichmässiger als bei den Diatomeen gestaltet sich das Bild des jährlichen Entwickelungsganges bei den Chlorophyceen, einer Algengruppe, die jener der Diatomeen an Bedeutung für die Mikroflora unseres Wassers nur wenig nachsteht. Wies die Diatomeenvegetation im Laufe eines Jahres zwei Maxima auf, so zeigte sich bei den Chlorophyceen nur ein sehr ausgesprochenes Maximum im Juli, das mit dem Maximum der Wassertemperatur zusammenfiel. Waren ferner die Maxima der Gesamtvegetation der vorgenannten Algen durch die massenhafte Entwickelung nur je einer Art bedingt, und wiesen die einzelnen Formen ihre reichste Entfaltung zu den verschiedensten Zeiten des Jahres auf, so wurde das einzige Maximum der Grünalgenflora durch das gänzliche oder doch annähernde Zusammenfallen des häufigsten Vorkommens fast aller im Leitungswasser gefundenen Arten bedingt. (Vrgl. Fig. 3.)

Zwar ist auch unter den Vertretern dieser Algengruppe ein Organismus, der die übrigen an Individuenzahl weit übertrifft, doch macht seine Zahl zur Zeit des Maximums bei Weitem nicht die Hälfte der Gesamtsumme der Chlorophyceen aus. Es ist dies eine der gemeinsten Algen, Scenedesmus quadricauda. Er fehlt in der Prager Leitung zu keiner Zeit des Jahres, obwohl sein Vorkommen während der Wintermonate auf ein Minimum reduziert ist. Langsam steigt dann

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

seine Zahl im Laufe des Frühlings, um nach dem Maximum im Juli ebenso langsam gegen den Winter hin wiederum zu sinken. Die absolute Menge war auch hier sehr bedeutend, sie betrug im Juli 760.000 Kolonien für 50 *l* Wasser.

Ein Blick auf die Tabelle und auf die graphische Darstellung in Fig. 3. lehrt, dass die Vegetationskurve für die anderen Chlorophyceen in fast genau der-

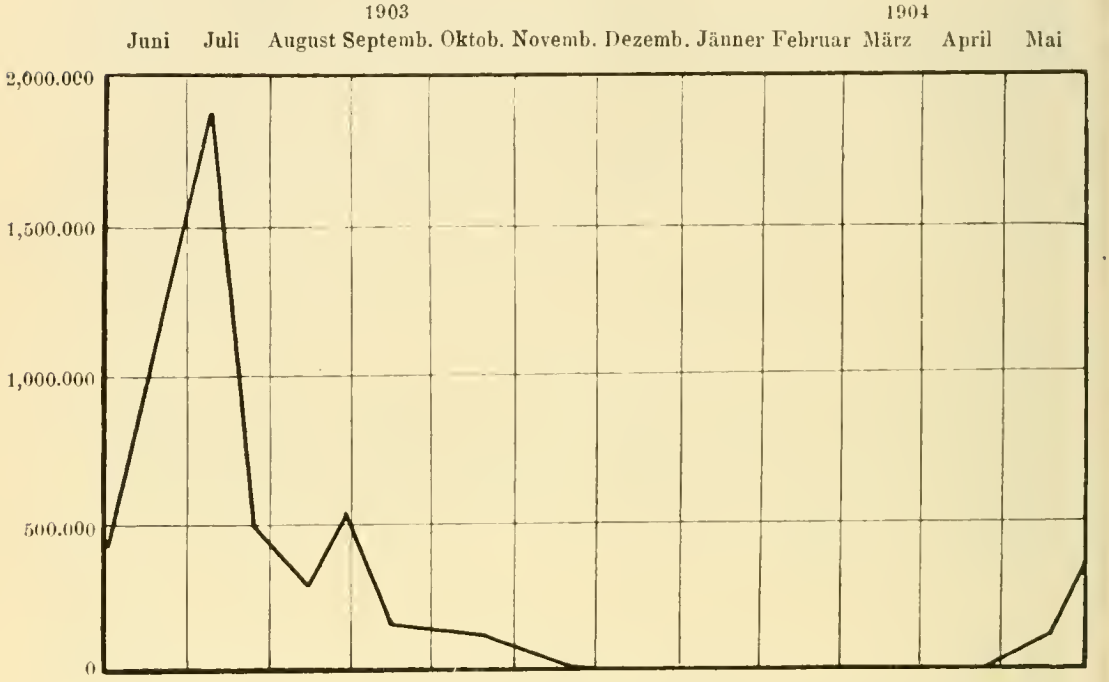


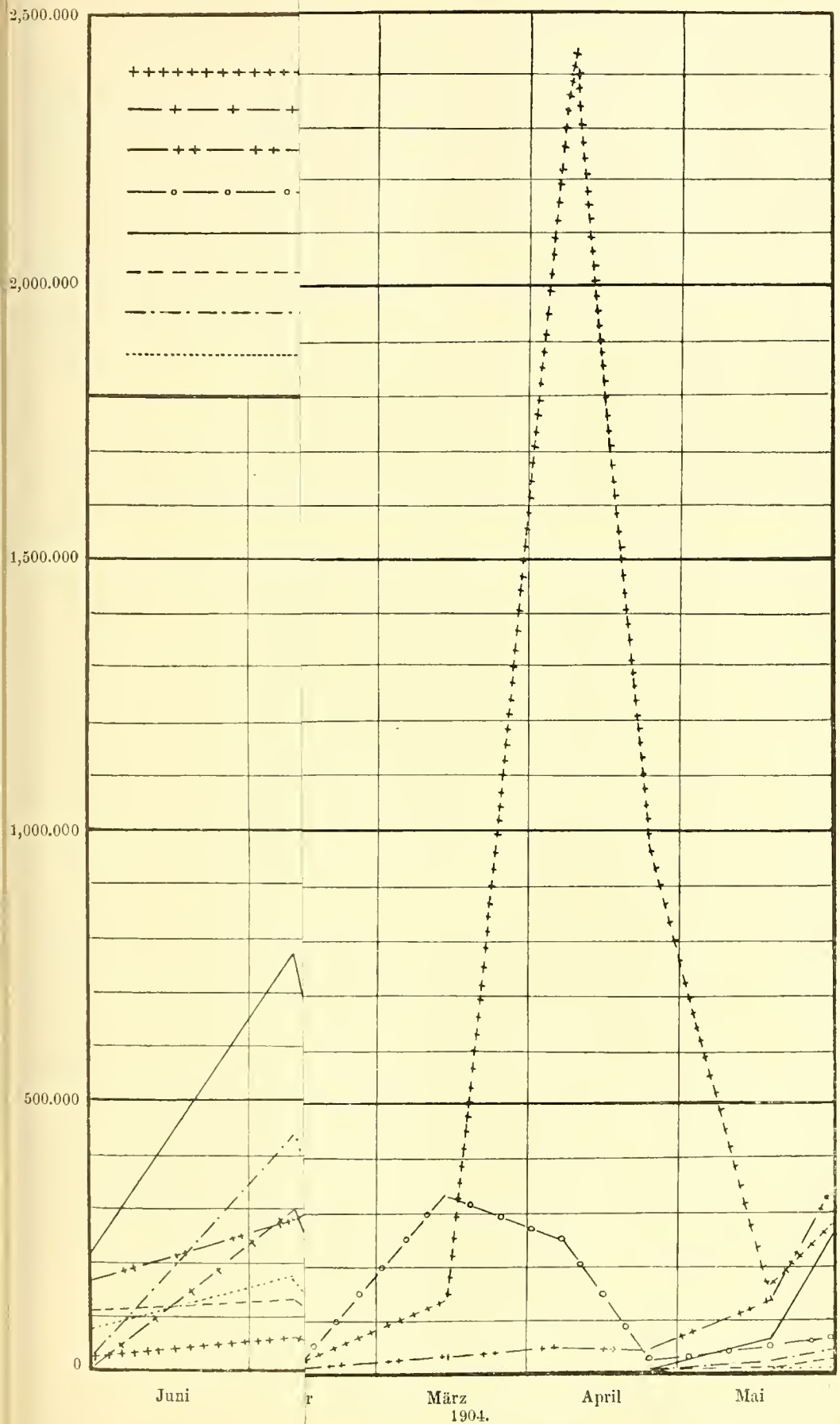
Fig. 2. Verlauf der Chlorophyceenvegetation in der Prager Wasserleitung während des Jahres 1903/4, graphisch dargestellt.

selben Weise verläuft wie bei Scenedesmus quadricauda. Eine Ausnahmsstellung unter den Chlorophyceen zeigten einigermassen die Volvocineen Chlamydomonas und Eudorina, die jedoch gewiss biologisch den Flagellaten näher stehen als den Grünalgen. Besonders Chlamydomonas gehörte zu den regelmässigen Bewohnern des Leitungswassers und wies seine stärkste Entwickelung im Frühling (April, Mai) auf. Die zur Untersuchung noch lebend in Gläser gefüllten Proben zeigten um diese Zeit mitunter einen breiten, grünen Saum am Lichtrande des Flüssigkeitsmeniscus, der sich fast ausschliesslich aus den lebhaft beweglichen Individuen dieser Alge zusammensetzte. Leider war hier eine Zählung aus ebendenselben Gründen schwer ausführbar, wie bei den Flagellaten. Eudorina erschien bedeutend seltener, doch auch am häufigsten im Frühling.

Die Zahl der in grösserer Menge auftretenden Chlorophyceen Arten war recht bedeutend, doch wäre es bei dem gleichmässigen Verlaufe der Vegetationskurven überflüssig, mehr über das Vorkommen im Einzelnen zu sagen, die Mengenverhältnisse ergeben sich unmittelbar aus der Betrachtung der Tabelle. Trotz des Artenreich

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

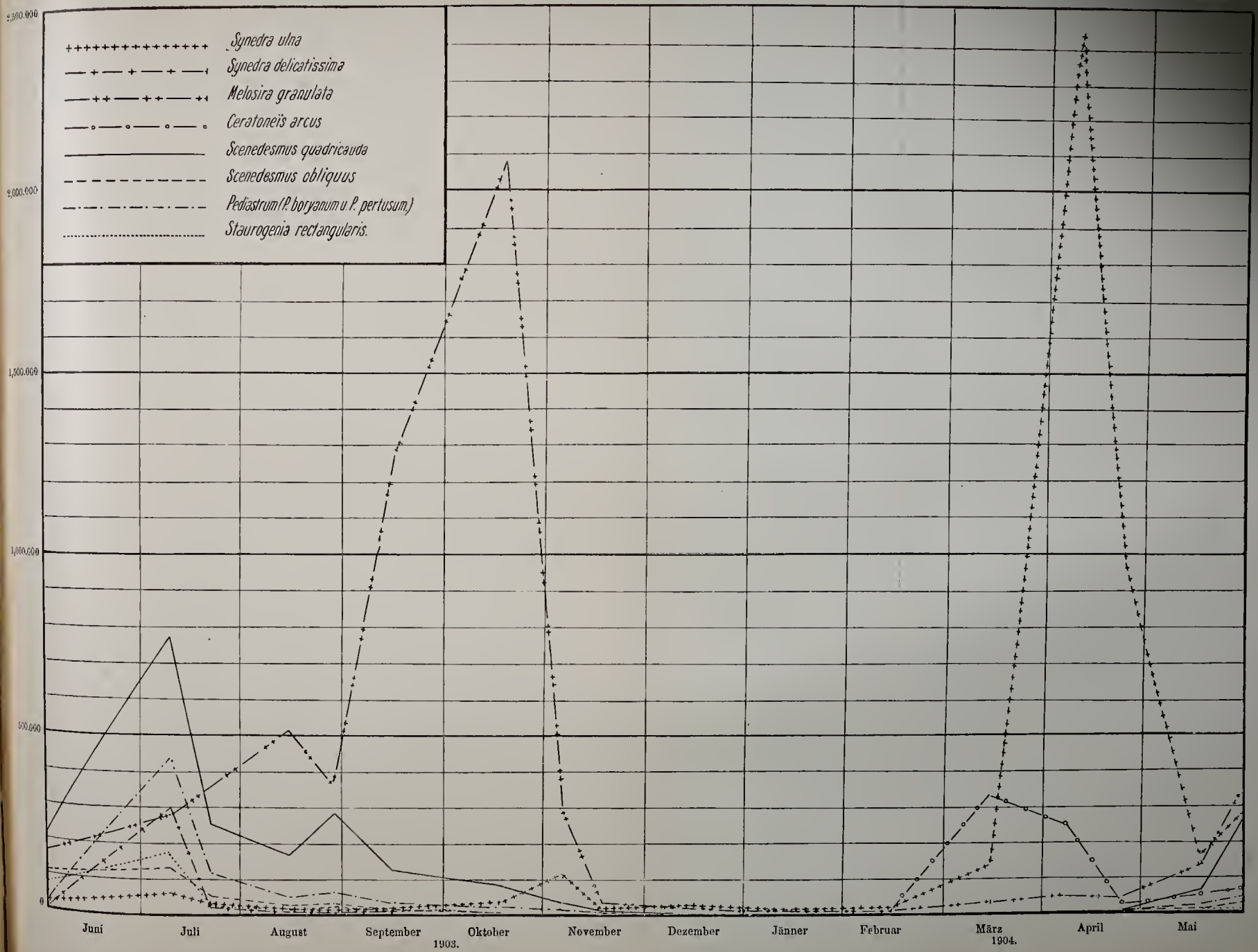
Fig. 3. Der Verlauf de[illegible]t. (Die Za'hlen links beziehen sich auf 50 l. Leitungswasser.)



Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 3. Der Verlauf der Vegetation einiger häufigen Vertreter der Algenflora in der Prager Wasserleitung während des Jahres 1903/4, graphisch dargestellt. (Die Zahlen links beziehen sich auf 50 l. Leitungsw[illegible])

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

tums, in dem die Grünalgen vertreten waren, erreichte das durch ihre gleichzeitige Wucherung gebildete Maximum an Individuenzahl nicht die nur durch je eine Art hervorgerufenen Diatomeenmaxima im Frühling und im Herbst.

5. Cyanophyceen.

Den Blaualgen kommt in der Flora der hiesigen Wasserleitung nur eine sehr untergeordnete Rolle zu. Es fand sich unter ihnen nur eine einzige Art, die ihrer Häufigkeit wegen Berücksichtigung verdient, nämlich Coelosphaerium Kützigianum. Die Kolonien dieser Alge fanden sich im Allgemeinen recht spärlich, nur im Spätsommer stieg ihre Zahl und erreichte im August ihr Maximum.

Bei den vorstehenden Ausführungen wurden nur solche Arten berücksichtigt, die durch die Häufigkeit und Regelmässigkeit ihres Auftretens sich als charakteristische Komponenten der Flora unserer Wasserleitung erwiesen. Ausser diesen Spezies fanden sich fast in jeder Probe vereinzelt auch noch andere vor, deren Erwähnung ich unterlassen habe, da ihr Vorkommen meist nur durch ein zufälliges Hineingelangen in die Röhren bedingt sein dürfte und weiter kein Interesse bietet. So fanden sich mitunter verschiedene Closterium-, Cosmarium- und Staurastrum-Arten, jedoch so vereinzelt, dass eine verlässliche Bestimmung sehr schwer durchführbar war.

Einmal enthielt eine Probe (vom 13. August 1903) eine beträchtliche Anzahl vom Fäden einer dünnen Oscillaria, da sie aber in sämtlichen folgenden Proben nicht mehr vorkamen, wurde auch dieser Fall in der Tabelle unberücksichtigt gelassen.

In Anbetracht des Umstandes, dass der jährliche Entwicklungsgang der Mikroflora eines Gewässers geradeso wie jener der phanerogamen Vegetation in erster Linie durch den Wechsel der Temperatur und Lichtintensität bedingt ist ergibt sich, dass sich derselbe ein jedes Jahr im Allgemeinen gleichmässig wiederholen wird.[1])

Doch wie der Wechsel und Charakter der Jahreszeiten von den Witterungsverhältnissen in mannigfacher Weise beeinflusst wird und nur selten in zwei aufeinander folgenden Jahren zu ganz gleicher Zeit und in vollkommen gleicher Weise erfolgt, so wird sich auch die Lebewelt eines Wassers diesen Verhältnissen anzupassen haben und zwar in viel höherem Maasse, als dies bei der phanerogamen Flora der Fall ist; denn die Mikroorganismen vermögen in Folge ihrer Kurzlebigkeit und der Fähigkeit, sich sehr schnell zu vermehren, ungemein fein und rasch auf eine Aenderung der äusseren Bedingungen zu reagieren. Dies ergab sich auch aus der Untersuchung des Prager Leitungswassers, dessen sekundäre Vegetation ja, wie später noch genauer gezeigt werden soll, einem natürlichem Gewässer, dem Flusslauf der Moldau, entstammt.

Obwohl sich die Beobachtungen nur über den relativ kurzen Zeitraum von 2 Jahren erstreckten, so zeigte doch der Verlauf der Vegetation in diesen beiden

[1]) Vergl. R. Lauterborn (21).

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Jahren eine auffallende Uebereinstimmung. Allerdings äusserte sich überall sehr deutlich der Einfluss der Witterungsverhältnisse, indem z. B. die Maxima im zweiten Beobachtungsjahre, wie schon früher erwähnt, gegenüber denen im Vorjahre mitunter um mehrere Wochen verschoben erschienen. Auch liess sich der Einfluss feststellen,

Fig. 4. Der Verlauf der gesammten Algenvegetation in der Prager Wasserleitung während des Jahres 1903/4, graphisch dargestellt. (Die Zahlen links beziehen sich auf 50 l. Leitungswasser.

den einerseits durch reichliche Niederschläge hervorgerufene Hochwässer, andererseits ganz abnorme Dürre auf die Vegetation des untersuchten Wassers ausübten. Zur Illustrierung dieser Verhältnisse seien zwei Beispiele aus dem Beobachtungsprotokolle herausgehoben.

Im Juli 1903 waren in Südböhmen sehr reichliche Regengüsse niedergegangen und hatten starke Ueberschwemmungen hervorgerufen, welche natürlich wieder die Ursache bedeutender Hochwässer in der Moldau wurden. Die Zählung einer um diese Zeit (23. Juli) entnommenen Probe zeigte, dass sämtliche Vertreter des Planktons mit einer einzigen Ausnahme (Melosira granulata) eine bedeutende

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Abnahme der Individuenzahl verzeichnen liessen. Erst im August, als wieder normale Verhältnisse eingetreten waren, erholten sie sich allmählig aus ihrer Depression, die den allmähligen Abfall der Vegetationskurve gegen den Herbst hin unterbrochen hatte. Dieses Verhalten ist wohl nur so zu erklären, dass die reichliche Zufuhr von Regenwasser eine Verdünnung des Planktons herbeiführte, die eben besonders bei den Chlorophyceen, die ihr Maximum bereits überschritten hatten, so auffallend zum Ausdruck kam. Dass dies bei der Melosira granulata nicht der Fall war, dürfte seinen Grund in der raschen Vermehrung der damals ihrem Maximum zustrebenden Alge haben.

Das andere Beispiel bezieht sich auf die Sommermonate des Jahres 1904. In diesem Jahre herrschte in ganz Böhmen eine Dürre, wie sie nachgewiesenermassen schon seit Jahrhunderten nicht bestanden hatte. Tümpel und Teiche waren vielfach ausgetrocknet, Bäche versiegt und der Flusslauf der Moldau und Elbe auf die Hälfte der Wassermenge reduziert. Dass diese ganz abnormen Verhältnisse nicht ohne Einfluss auf die Vegetation der Prager Wasserleitung sein konnten, ist begreiflich. Schon im Juli trat das Chlorophyceen-Maximum bei Weitem nicht in dem Ausmasse auf, wie im Jahre vorher; und der Herbst, der diesem dürren Sommer folgte, war durch kein ausgesprochenes Diatomeen-Maximum ausgezeichnet. Melosira granulata war zwar zahlreich vorhanden, doch gelangte sie nicht zu so reicher Entfaltung wie im Jahre zuvor unter normalen Verhältnissen. Es dürfte dieses Verhalten vielleicht auf eine reduzierte Wasserzufuhr aus den Gebieten Mittelböhmens und besonders der Umgebung Prags in die Moldau zurückzuführen sein, da diese Gegenden unter der Dürre am meisten zu leiden hatten.

Mögen immerhin solche Abweichungen vom regelmässigen Verlauf häufig vorkommen, so wird doch im Allgemeinen der jeweilige Charakter der Mikroflora von der Jahreszeit bestimmt werden und es dürfte daher doch auf Grund der sich allerdings nur über einen relativ kurzen Zeitraum erstreckenden Beobachtungen möglich sein, wenigstens annähernd den Verlauf der Vegetation im Prager Leitungswasser im Laufe eines normalen Jahres darzustellen.

In den Wintermonaten, wo alle Vegetation in der Natur auf ein Minimum eingeschränkt ist, weist auch das Leben in der Wasserleitung seine geringste Entfaltung auf. Doch ruht es keineswegs gänzlich; auch in dieser Zeit sind vereinzelte lebende Zellen von Synedra, Ceratoneïs, Melosira und Kolonien von Scenedesmus zu finden und die Vegetation der Röhrenwände (Crenothrix, Leptothrix, Anthophysa, Carchesium, Epistylis) zeigt sich gerade zu dieser Zeit in üppiger Entwickelung.

Doch schon der erste Vorfrühling bringt mehr Leben in dieses Winterbild. Das Mikroskop zeigt im Filterrückstand zahlreiche Flagellaten und Peridineen verschiedener Arten. Bald weisen auch die Diatomeen eine starke Vermehrung auf und als erste erreicht Ceratoneïs schon im März das Maximum ihrer Entwickelung Dann beginnt Synedra ulna üppig zu wuchern und führt durch ihr massenhaftes Auftreten das erste Maximum der Gesamtvegetation ungefähr im April herbei. Man ist erstaunt das Gesichtsfeld des Mikroskopes förmlich übersät von den stabförmigen Zellen dieser Alge zu sehen (Fig. 5). Schöpft man um diese Zeit ein

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Glas Wasser aus der Leitung und betrachtet es in der Sonne, so sieht man ein Irrisieren von Hunderten von Pünktchen, den von den Strahlen getroffenen Schalen dieser Diatomee.

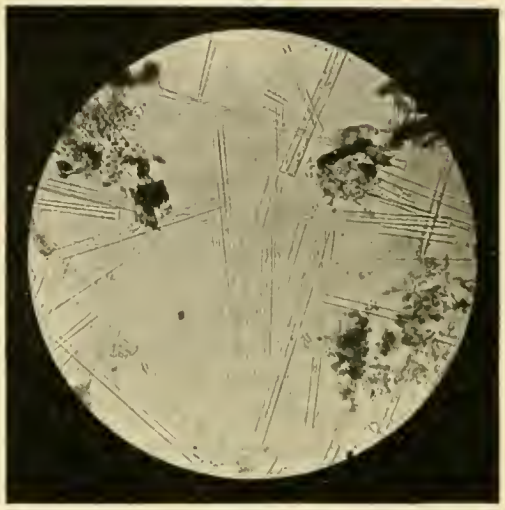


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 5 und 6. Mikroskopische Bilder des Filterrückstandes aus dem Leitungswasser: Fig. 5 vom 29. April 1903, vorherrschend Synedra ulna; Fig. 6 vom 18. Oktober 1903, vorherrschend melosira granulata.

Nach diesem ersten Höhepunkt der Entwickelung erfolgt im weiteren Frühjahr wiederum ein bedeutender Rückgang der Individuenzahl, während die Zahl

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der auftretenden Arten in steter Zunahme begriffen ist. Die Diatomeen, die früher vorherrschten, bleiben zwar, nehmen jedoch allmählig, wie auch aus der Angabe der Prozente in der Tabelle I. hervorgeht, an Bedeutung ab, um allmählig den Chlorophyceen den Vorrang zu lassen. Von diesen findet sich nach und nach eine Art nach der anderen ein. Zunächst sind es die Volvocineen, besonders Chlamydomonas und Eudorina, die in grösserer Menge auftreten; bald beginnt sich auch Scenedesmus zu vermehren, die zierlichen Pediastrum-, Actinastrum-, Coelastrum- und Staurogenia-Arten stellen sich ein und mit der maximalen Entwickelung dieser Gruppe erscheint das Sommerbild des Leitungsplanktons im Juli vollendet. Unter günstigen Verhältnissen ist um diese Zeit der Filterrückstand grasgrün. Ein Blick ins Mikroskop führt dem Beobachter ein sehr mannigfaltiges Bild vor Augen. Das mässige Vorherrschen von Scenedesmus quadricauda vermag nicht den Eindruck der Einförmigkeit herbeizuführen, durch die sich das Frühlingsbild auszeichnet. Die Formenfülle der Chlorophyceen, die zierlichen Diatomeen der Sommerperiode wie Synedra delicatissima, Cyclotella, Asterionella können das Auge stundenlang an's Mikroskop fesseln.

Doch bald ist auch dieser Höhepunkt der Vegetation überschritten und mit dem Fallen der Temperaturkurve des Wassers beginnt auch eine allmählige Abnahme des Planktons. Nur hier und da erfährt dasselbe infolge eines durch besonders günstige Witterungsverhältnisse hervorgerufenen kleinen Maximums eine Unterbrechung. Doch dies gilt nur für die Chlorophyceen, Cyanophyceen und einige Diatomeen. Melosira granulata weist während des ganzen Sommers eine immer steigende Vermehrung auf, um endlich im Herbst das dritte Maximum der Gesamtvegetation herbeizuführen. Dies ist der Fall im Oktober, wo die meisten anderen Organismen sich schon stark dem winterlichen Zustande nähern. Dann fällt die Kurve plötzlich steil ab und im November zeigt die Vegetation ungefähr wieder dasselbe Bild, von dem wir ausgegangen sind.

Die Beziehungen der Mikroflora der Wasserleitung zu jener der Moldau.

In der vorstehenden Darlegung wurde einigemale die Voraussetzung gemacht, dass die sekundäre Mikroflora des Leitungswassers sich auch in ganz ähnlicher qualitativer Zusammensetzung im offenen Flusslauf der Moldau vorfindet. Obwohl diese Annahme von vornherein sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, so bedurfte sie doch noch eines genaueren Beweises, denn es könnte ja die Vegetation des Wassers auf dem langen Wege durch die Bassins und das Röhrensystem sehr weitgehende Veränderungen erfahren.

Um dies nun zu entscheiden, wurde öfters zu verschiedenen Zeiten im Jahre in der freien Moldau, etwa in der Nähe der Stelle, wo das Wasser für die Leitung dem Flusslaufe entnommen wird, vom Boote aus Plankton gefischt. Das Resultat war unter normalen Verhältnissen stets das gleiche: Das Phytoplankton des Flusses stimmte in seiner qualitativen Zusammensetzung ganz mit dem in der Leitung gefundenen überein und zeigte auch die gleiche Periodizität wie dieses.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Eine Ausnahme machten naturgemäss die an den Wandungen der Leitung selbst festsitzenden Organismen. Von diesen fanden sich in den Proben aus der Moldau Cladothrix, Carchesium Lachmani und Epistylis umbellaria, jedoch nur sehr vereinzelt vor. Crenothrix polyspora, Leptothrix ochracea und Anthophysa vegetans konnte ich, wie schon erwähnt, im Plankton des Flusses nicht nachweisen, obwohl sie ja, wie dies Hansgirg (11, II S. 181) wenigstens für Crenothrix angibt, an den Ufern auch vorkommen mögen.

Um auch über die quantitative Zusammensetzung des Flussplanktons und sein diesbezügliches Verhalten zu dem der Leitung einen Aufschluss zu erhalten, wurden zum Vergleiche mit den ungefähr um dieselbe Zeit der Leitung entnommenen Proben auch aus dem Flusse in der früher angegebenen Weise 50 *l* Wasser geschöpft und filtriert. Es geschah dies im ganzen 3mal und zwar einmal am 31. Oktober 1903 und später am 16. März und 1. April 1905, ungefähr zur Zeit des Maximums von Ceratoneïs arcus.

Die Resultate der Zählungen sind in Tabelle II. wiedergegeben.

Tab. II.

	1903		1905		1905	
	31. Oktober	4. November	16. März	17. März	1. April	2. April
	Fluss	Leitung	Fluss	Leitung	Fluss	Leitung
Melosira granulata	336.000	298.000	100.000	50.000	72.000	40.000
Ceratoneïs arcus	10.000	—	1,266.000	594.000	542.000	332.000
Synedra ulna	687.000	108.000	566.000	160.000	554.000	94.000
Synedra delicatissima	—	—	1.000	1.000	—	—
Eudorina elegans	2.000	2.000	1.000	—	—	—
Scenedesmus quadricauda . .	20.000	38.000	38.000	10.000	14.000	8.000
Scenedesmus obliquus	6.000	4.000	1.000	1.000	—	—
Staurogenia rectangularis . . .	2.000	2.000	1.000	—	1.000	—
Pediastrum pertusum	1 000	4.000	4.000	1.000	1.000	—
Pediastrum boryanum	2.000	6.000	3.000	1.000	2.000	2.000
Crenothrix polyspora	—	964.000	—	86.000	—	86.000
Summe (ohne Crenothrix) .	1,066.000	462.000	1,981.000	818.000	1,186.000	476.000

Es ergibt sich daraus unmittelbar, dass die für die Individuenzahl im Flusse gewonnenen Werte im allgemeinen höher sind als in der Leitung. Dass dies bei der Zählung vom 31. Oktober 1903 für einige nur schwach vertretene Chlorophyceen nicht stimmt, dürfte wohl auf unberechen-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bare Zufälligkeiten zurückzuführen sein, umsomehr als die Probe aus der Leitung erst 4 Tage nachher entnommen wurde.

Dieses Gesamtergebnis der Zählungen war ja von vorneherein zu erwarten und es ist nur auffallend, dass die Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung nicht noch viel bedeutender sind.

Denn bei der langen Reise, die das Wasser und mit ihm das Plankton aus der Moldau durch die Reservoirs und Röhren bis ins pflanzenphysiologische Institut zurückzulegen hat, muss unfehlbar ein grosser Teil des Planktons zu Boden sinken. Je nach dem verschiedenen spezifischen Gewicht und der verschiedenen Schwebefähigkeit wird diese Sedimentierung für die einzelnen Arten verschieden rasch vor sich gehen und deshalb werden auch die relativen Werte der Organismen im Leitungswasser etwas andere sein, wie im Flusswasser. Doch werden hierbei gewiss auch die Grösse des Wasserverbrauches in der Stadt und die Geschwindigkeit des Wasserstromes in den Röhren eine Rolle spielen. Trotz alledem sind diese Schwankungen nicht so bedeutend, dass die Periodizität im Auftreten der einzelnen Arten in der Leitung ein anderes Aussehen gewinnen könnte als die im Flusse.

Wenn somit auch die Zahlen auf Tab. I nur für die Verhältnisse in der Leitung richtige, absolute Werte abgeben, so gilt im Allgemeinen der so für die Mikroflora der Wasserleitung festgestellte Verlauf der jährlichen Periodizität auch für das Phytoplankton der Moldau unmittelbar oberhalb Prags. Etwas anders scheint sich, soweit meine Erfahrungen reichen, das Zooplankton zu verhalten, das allerdings auch schon im Flusse sehr hinter dem Phytoplankton zurücktrat. Immmerhin konnte ich mitunter eine ziemliche Anzahl von Rädertieren im Moldau-Plankton beobachten.[1]) In der Leitung traten Tiere so vereinzelt auf, dass sie für die Periodizität überhaupt nicht in Frage kamen. Lebend fand ich ausser verschiedenen freischwimmenden Ciliaten und vereinzelten Acineten nur Rädertiere (meist den Gattungen Rotifer, Anurea, Brachionus, Polyarthra u. a. angehörig) und vereinzelte Würmer jedoch niemals Krustazeen; von diesen gelangten nur hie und da Teile oder tote Exemplare in meine Proben.

Es erübrigt nur noch einige Worte über den Charakter der Lebensgemeinschaft, die nach den vorstehenden Darlegungen das Prager Leitungswasser bevölkert, beizufügen.

Sie ist vor allem wohl unter das Potamoplankton einzureihen, unter welchem Namen Zacharias (56) die Schwebewelt unserer fliessenden Gewässer zusammenfasste. Doch dieses „Potamoplankton“ ist keine selbständige Biocoenose, sie ist nicht im fliessenden Wasser des Stromes selbst entstanden, sondern sie ist von aussen in den Fluss hineingelangt und die einzelnen Arten können hier höchstens nur noch unter günstigen Verhältnissen eine Vermehrung erfahren.

Zacharias (56) bezeichnete deshalb auch die stillen Buchten und Altwässer eines Flusses als die Brutstätten dieses Planktons und vermutlich kommen hier

[1]) Im Sommer 1904, als die Moldau infolge von Wasserarmut innerhalb Prags fast einem stehenden Gewässer glich, kam es in ihr auch zu einer reichen Entwickelung des Zooplanktons. Neben vielen Rädertieren beobachtete ich Cyclops, Daphnella brachyura, ja sogar Leptodora hyalina.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

wohl auch die in der Nähe gelegenen Teiche und Seen in Betracht. Je nach der Ausbildung der diese Gewässer bevölkernden Lebewelt wird sich dann auch die Zusammensetzung des Flussplanktons gestalten.

Vergleicht man nun in unserem Fall die vorgefundene Mikroflora mit der in zahllosen Listen für die verschiedensten Gewässer aufgestellten, so ergibt sich, dass dieselbe keineswegs mit dem Phytoplankton grösserer Seen Ähnlichkeiten aufweist, sondern vielmehr in der Lebewelt von kleinen Gewässern, Tümpeln, Teichen und Altwässern ihr Analogen findet. Die typisch pelagischen Planktonformen treten zurück, und verschiedene kleine Chlorophyceen, von Diatomeen Synedra ulna, gelangen in den Vordergrund; kurz es liegt eine Biocoenose vor, die sehr an das Heleoplankton (vgl. Zacharias 55) erinnert.

Dies ist ja auch erklärlich; denn in der hier in Betracht kommenden südlichen Umgebung Prags finden wir keine grösseren Gewässer, wohl aber eine grosse Menge von Tümpeln, Teichen und den Fluss begleitenden Altwässern.[1]) Von dort aus mag nun das Plankton der Hauptmasse nach in den Flusslauf gelangen und sich noch bei nicht allzu rascher Strömung daselbst erheblich vermehren, vorausgesetzt, dass die einzelnen Arten im Flusse ihre günstigen Ernährungsbedingungen finden.

Dass bei vielen grösseren Flüssen ähnliche Verhältnisse vorliegen mögen, das beweist der Umstand, dass die dort konstatierte Schwebeflora vielfach eine grosse Ähnlichkeit mit der in Prag beobachteten aufweist.

Ich verweise besonders auf die von Schröder (43) für die Oder und von Zacharias (56) für verschiedene Flüsse aufgestellten Listen und ferner auch auf die Befunde Volks (50) an der Elbe bei Hamburg und Bolochonzews (4) an der Wolga.

---

[1]) Die von Prowazek (34) im Oberlaufe der Moldau konstatierte Zusammensetzung des Planktons weicht erheblich von der bei Prag beobachteten ab

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

II.

Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, lag es anfangs nicht im Plane der vorliegenden Arbeit, neben der rein mikroskopischen auch die bakteriologische Methode bei der Untersuchung des Prager Leitungswassers zur Anwendung zu bringen und somit auch die nur durch das Kulturverfahren nachweisbaren Spaltpilzarten mit in den Kreis der Beobachtungen einzubeziehen. Erst später, vom November 1903 an, wurde hie und da der Versuch gemacht, die Keimzahl in 1 cm^3 Wassers nach dem üblichen Verfahren zu bestimmen und daran anschliessend einige in irgend einer Weise auffallende Arten näher zu identifizieren.

Allerdings sind die so neben der mikroskopischen Analyse gewonnenen Daten ziemlich lückenhaft und unvollständig; wäre es doch wohl bei der Umständlichkeit der bakteriologischen Methoden allein die Aufgabe einer jahrelangen, mühevollen Arbeit, die Bakterien des Moldauwassers vom systematischen und biologischen Gesichtspunkte aus möglichst vollständig zu behandeln.

Immerhin scheinen mir auch die wenigen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung einiges Interessante zu bieten und seien daher im Folgenden dargelegt.

a) Die Ergebnisse der Zählungen.

Zur Bestimmung der Keimzahl in 1 cm^3 des Leitungswassers gelangte die bekannte Methode der Plattenzählung zur Anwendung.

Als Nährmedium diente die gewöhnliche Fleischwasser-Pepton-Gelatine, deren Rezept in jedem Lehrbuch der Bakteriologie zu finden ist. Nachdem das Wasser mindestens eine halbe Stunde aus dem Leitungshahne geflossen war, wurde unter Beobachtung aller Vorsicht etwas davon in einem vorher bei 150° sterilisierten Erlenmayer-Kölbchen aufgefangen, zwei oder vier Platten mit 0·1 cm^3 und 0·2 cm^3 in der üblichen Weise geimpft und die nach 48—60 Stunden bei Zimmertemperatur aufgegangenen Kolonien mittels einer Lupe gezählt.

Es hat ja diese Methode der Zählung, wie schon oft mit Recht hervorgehoben wurde, viele Fehler und gibt besonders infolge des Umstandes, dass nur die in dem verwendeten Nährmedium und bei der herrschenden Temperatur entwickelungsfähigen Keime zur Beobachtung gelangen, keineswegs richtige Werte für die wirkliche Anzahl der Keime in 1 cm^3 des untersuchten Wassers. Doch bis jetzt ist, trotz mancher Vorschläge, meines Wissens noch kein wirklich besseres Ver-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

fahren gefunden worden und es gibt die Plattenzählmethode bei Verwendung desselben Nährbodens und sonst gleichen Umständen wenigstens einigermassen vergleichbare relative Werte, da sich dann die Versuchsfehler wohl meist gleichbleiben dürften.

In dem Zeitraum vom November 1903 bis Juni 1905 sind, allerdings in sehr unregelmässigen Intervallen, im Ganzen nur 21 Zählungen ausgeführt worden; doch liegen mit Ausnahme der Ferienmonate Juli, August, September aus jedem der übrigen Monate Zählungen vor.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammengestellt.

Tab. III.

Datum		Keimzahl	Wasser-temperatur	Bemerkungen über Witterungsverhältnisse
1903	26/XI.	4490	11°	stark regnerisch, Moldau angeschwollen.
	18/XII.	500	5·5°	
1904.	21/I.	6540	4°	
	4/II.	1530	4°	
	6/V.	1160	12°	
	25/V.	1380	14°	meist heiter, sonnig
	17/VI.	1070	19°	
	27/X.	2320	12·5°	
	28/X.	2340	12°	
	3/XI.	2700	9·5°	
	8/XI.	2220	11°	
	9/XI.	3690	11°	
	17/XI.	1940	9°	
	1/XII.	470	—	
	18/XII.	1420	8°	
1905	9/II.	4460	5°	am 6/II. Eisgang auf der Moldau, sehr hoher Wasserstand.
	14/II.	3000	—	
	28/III.	650	9°	
	7/IV.	800	6°	
	17/V.	497	13°	
	24/VI.	1510	17°	

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Dass die Bakterien in ungemein feiner Weise auf äussere Einflüsse zu reagieren vermögen, ist eine altbekannte Tatsache und jeder, der sich mit der Kultur derselben befasst hat, weiss, wie stark ihre Vermehrung durch oft unbedeutende Temperaturschwankungen beeinflusst wird. Umsomehr muss es also überraschen, wenn man schon aus den wenigen, oben angeführten Zahlen entnehmen kann, dass die Schwankungen im Bakteriengehalte des Prager Leitungswassers nicht allzugross sind und scheinbar in keinem Zusammenhange mit dem Wechsel der Jahreszeiten und somit auch der Temperatur stehen.

Von vornherein sollte man ja im Winter, zur Zeit der tiefsten Wassertemperatur (4°), die geringste Keimzahl, im Sommer dagegen, wo die Temperatur bis gegen 20° steigt, eine Zunahme des Bakteriengehaltes auf ein Vielfaches vermuten.

Dies trifft jedoch keineswegs zu, ja im Gegenteil, die Keimzahl ist im Winter höher wie im Sommer. Beim Vergleiche der einzelnen Zahlen lässt sich wegen der durch andere, unbestimmte Ursachen hervorgerufenen Unregelmässigkeiten dieses Verhältnis nicht so leicht ersehen; nimmt man aber das arithmetische Mittel aus den 9 Zählungen der Monate März bis Oktober und andererseits das aus den 12 Zählungen von November bis Februar und stellt diese zwei Zahlen einander gegenüber, so erhält man das Verhältnis 1303 : 2745, oder rund wie 1 : 2. Es ist also nach den obigen Zählungen die Keimzahl in der kalten Jahreszeit durchschnittlich ungefähr doppelt so gross als in der wärmeren, — ein gewiss auffallendes Ergebnis.

Man könnte allerdings einwenden, dass die vorliegenden Zählungen für ein abschliessendes Urteil noch nicht ausreichen. Doch glaube ich, dass zahlreichere Beobachtungen zwar vielleicht die Verhältniszahlen etwas modifizieren, im allgemeinen jedoch das durch obige Daten wahrscheinlich gemachte Ergebnis kaum wesentlich ändern dürften.

Diese Erscheinung kann wohl nur durch die Annahme erklärt werden, dass in der wärmeren Jahreszeit noch andere, die Bakterienentwickelung hemmende Faktoren hinzutreten, welche die fördernde Wirkung der höheren Wassertemperatur ausgleichen.

Als einer dieser Faktoren wäre da wohl zunächst das Licht zu nennen, dessen die Bakterien schädigender Einfluss ja bekannt ist; die grössere Intensität, mit der während der Sommermonate der Flusslauf der Moldau bestrahlt wird, dürfte sicherlich nicht ohne Einfluss auf den Bakteriengehalt des Wassers bleiben.

Doch noch ein anderer Umstand dürfte im vorliegenden Falle eine hervorragende Rolle spielen.

Durch die Befunde von Lemmermann (23) und später auch durch die Zählungen von Strohmeyer (46) ist dargetan worden, dass Algen im Lichte eine auffallende, Bakterien schädigende Wirkung auszuüben vermögen. Strohmeyer brachte in Gefässe mit Wasser, das einen bedeutenden Keimgehalt aufwies, verschiedene Algen (Enteromorpha, Spirogyra, Cladophora, Stichococcus) und konnte schon nach 1—3 Tagen eine Abnahme der Bakterienzahl bis auf 0 in 1 cm^3 konstatieren.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

In einem Wasser nun, das zu gewissen Zeiten so grosse Mengen von Algen führt, wie das der Prager Leitung, muss sich dieser Einfluss auf die Bakterienflora gewiss auch äussern und ich möchte gerade in diesem Umstand den Hauptgrund für die relativ niedrige Keimzahl im Frühling und Sommer suchen. Die ganz besonders niedrigen Zahlen vom 28. März, 7. April, 17. Mai 1905 dürften dann durch das Zusammentreffen zweier schädigender Faktoren zu erklären sein, der relativ niedrigen Wassertemperatur einerseits und des in diese Zeit fallenden ersten Diatomeenmaximums andererseits.

Im Übrigen sind die den Bakteriengehalt bestimmenden Ursachen gewiss sehr mannigfacher Art, deren genaue Erforschung wohl grosse Schwierigkeiten bieten dürfte.

Bei meinen Zählungen konnte ich nur noch beobachten, dass bei Hochwasser die Bakterienzahl steigt, was leicht erklärlich ist, da in solchen Fällen sehr viele Keime vom Erdboden in den Flusslauf gespült werden. Ähnliches konnte ich zur Zeit des Eisstosses bemerken (Mitte Februar 1905). Die über den Winter auf dem Schnee und Eis durch Staub und andere Verunreinigungen angesammelten Keime gelangten mit dem Schmelzwasser in die Leitung und bewirkten ein hohes Zählungsergebnis. Diese Beobachtung wurde auch von Schmelk (38) in Christiania gemacht.

Sonst sind, wie schon früher erwähnt, die Schwankungen des Keimgehaltes nicht allzu gross, die Zahlen nähern sich meist einem Mittelwerte, nämlich ungefähr 2000 Keimen in 1 cm^3 Wasser; als seltenere Extreme, die wohl meist durch verschiedene, oft nicht näher bestimmbare Umstände verursacht sein dürften, wären dann 500, bezw. 6500 Keime im Kubikcentimeter anzusehen

Bemerkungen über das Vorkommen einiger Bakterien-Arten.

Musste schon der vorhergehende Abschnitt meiner Arbeit als ziemlich unvollständig bezeichnet werden, so gilt dies umsomehr von diesem Kapitel. Konnte es ja auch von vornherein gar nicht meine Absicht sein, ein einigermassen vollständiges Verzeichnis auch nur der am häufigsten vorkommenden Bakterien-Arten des Prager Leitungswassers geben zu wollen, eine bei dem grossen Spaltpilz-Reichtum dieses Wassers fast undurchführbare Aufgabe. Dazu kommt noch, dass die Indentifizierung einer neu isolierten Bakterie nach den oft sehr unzulänglichen Beschreibungen und besonders bei dem Mangel an geeigneten, noch nicht degenerierten Vergleichs-Kulturen oft unüberwindliche Schwierigkeiten bereitet.

Ich beschränkte mich lediglich darauf, hie und da mir in Plattenkulturen irgendwie auffallende Formen zu isolieren und so gut wie möglich zu bestimmen.

Im Folgenden seien einige dieser Beobachtungen mitgeteilt, da sie ja vielleicht doch einiges Interesse erwecken dürften.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Bacterium coli (*Escherich*) *L. et N.*

Dass dieser für die Wasserbeurteilung wichtige Organismus im Prager Leitungswasser nicht fehlen dürfte, war von vornherein sehr wahrscheinlich, da ja das Wasser der Moldau schon oberhalb der Pumpwerke mancherlei Verunreinigungen ausgesetzt ist. In der Tat gelingt es leicht, auf mit 1—2 Tropfen unseres Wassers geimpften Platten einzelne Kolonien mit Sicherheit als B. coli zu bestimmen, sodass man dieses als eine der häufigsten Bakterien des Prager Leitungswassers bezeichnen muss. Zum Zwecke der Identifizierung wurde neben dem mikroskopischen Befund zunächst das Wachstum auf den verschiedenen Nährböden mit dem einer aus Král's Laboratorium bezogenen Colikultur verglichen und ferner noch auf Gasbildung in Traubenzuckeragar, Koagulierung der Milch und Indolreaktion in Peptonwasser geprüft.

Um eine ungefähre Vorstellung von der Häufigkeit dieser Bakterie im Leitungswasser zu erhalten, verwendete ich als elektiven Nährboden das von Drigalski empfohlene Lakmus-Laktose-Agar mit Zusatz von Krystallviolett. Auf der Oberfläche der vorher gegossenen Platten wurden 0·5 cm^3 Leitungswasser gleichmässig verteilt. Hierauf liess ich die Schalen, zum raschen Abtrocknen des Wassers, eine halbe Stunde im Thermostaten offen stehen und untersuchte die nach etwa 48 Stunden bei 37° aufgegangenen Bakterien. Es traten auf richtig hergestellten Platten gewöhnlich 2—4 von einem roten Hof umgebene Kolonien auf, die sich bei weiterer Nachprüfung wirklich meist als B. coli erwiesen. Im Jänner 1906, wo diese Versuche ausgeführt wurden, war also B. coli selbst in der kleinen Wassermenge von 0·5 cm^3 mit Sicherheit nachzuweisen, ein Umstand, der gewiss von grosser Wichtigkeit für die Wasserbeurteilung ist, wenn man bedenkt, dass dieser Spaltpilz sonst in vielen Fällen nur in bedeutend grösseren Mengen Wasser und durch die Anwendung eines Anreicherungsverfahrens konstatiert werden kann [vergl. Freudenreich 7.]

Bacterium kiliense (Fischer et Breunig) L. et N.

Dieser durch die Bildung eines prachtvoll roten Farbstoffes ausgezeichnete Spaltpilz, der seinen Namen dem Vorkommen im Kieler Trinkwasser verdankt, konnte, allerdings nur vereinzelt, auch im hiesigen Leitungswasser beobachtet werden. Seine Kulturen fielen mir auf Gelatine-Platten im Winter 1904 im ganzen 4mal auf. In zwei Fällen wurde diese Bakterie auf den verschiedensten Medien weitergezüchtet; beide Stämme zeichneten sich durch eine ungemein intensive Farbstoffbildung aus.

In allen seinen Eigenschaften ist B. kiliense dem B. prodigiosum sehr nahe verwandt. Bis vor Kurzem wurde als unterscheidendes Merkmal die Entfärbung der alkohol. Lösung des Farbstoffes von B. kiliense durch Zink-Salzsäure angegeben, doch ist auch dies nach Lehmann u. Neumann (22 S. 305) nicht richtig; denn bei B. prodigiosum zeigt sich das Gleiche, eine Beobachtung, die ich vollauf bestätigen kann. Der einzige Unterschied der beiden Arten wäre also nur in der Farbe zu suchen, welche bei B. prodigiosum karmin, bei B. kiliense mehr ziegelrot bis orange

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ist, gewiss ein sehr unwesentlicher Unterschied, wenn man bedenkt, dass, wie Lehmann u. Neumann (22 S. 306) betonen die Färbung vor allem von der Alkalibildung abhängt. Nach diesen beiden Forschern wären also beide Arten identisch. Neuerdings hat Milburn (29) durch Kulturversuche auf verschieden zusammengesetzten Nährböden den Einfluss der Säure-, bezw. Alkalibildung auf die Färbung der Kulturen von B. kiliense dargetan, nachdem früher schon Kraft (19.) ähnliche Beobachtungen an B. prodigiosum gemacht hatte. In Milburns Versuchen riefen alle Umstände (z. B. Zusatz von Glucose, höhere Temperatur), welche die Säurebildung begünstigten, karminrote Töne hervor.

Derartige Beobachtungen konnte ich auch an den aus dem Prager Wasser isolierten Stämmen wiederholt machen; besonders eine Erscheinung fiel mir häufig auf, die ich im Folgenden kurz beschreiben möchte.

Auf ein im Laboratorium des Herrn Prof. Molisch zur Kultur von Bakterien und Pilzen vielverwendetes Agar, welches ausser anorganischen Nährsalzen nur 1% Pepton und 0·5% Rohrzucker enthält, sei es als Strich oder Platte geimpft, wuchs B. kiliense zunächst wunderschön karmin oder kirschrot. Nach einiger Zeit, bei mitteldichten Plattenkulturen nach ungefähr fünf Tagen, bei Dichtsaaten noch früher, trat jedoch innerhalb weniger Stunden ein auffallender Farbenumschlag ein: die Kolonien wurden sämtlich hellsiegellack- bis ziegelrot. Mitunter konnte man auf einer und derselben Platte noch dunkelrote und ziegelrote Kolonien nebeneinander bemerken. Bei sehr dünn gesäten Kulturen, sowie bei Anwesenheit von mehr Zucker im Nährboden liess der Farbenumschlag viel länger auf sich warten und trat mitunter überhaupt nicht ein. War jedoch kein Zucker, sondern nur Pepton vorhanden, so gedieh die Kultur nur sehr kümmerlich, aber von Anfang an gleich ziegelrot.

Um eine etwa vorhandene Säure- oder Alkalibildung recht deutlich erkennen zu können, versetzte ich das genannte Nährmedium mit 1·5% Lakmustinktur von Kahlbaum; B. kiliense gedieh auch dann noch sehr gut und zeigte ein interessantes Verhalten, welches wohl die Erklärung für die eben geschilderte Erscheinung gibt. Am 2. od. 3. Tage nach der Impfung verfärbten die frisch aufgegangenen Kulturen den Nährboden vollständig rot, jedenfalls war aus dem vorhandenen Zucker Säure gebildet worden; doch dies hielt nicht lange an, bald kehrte die violette Farbe wieder zurück und gieng schliesslich in ein tiefes Blau über und zugleich erfolgte auch der Farbenumschlag der bis dahin karminroten Kolonien in Siegellackrot. Der Zucker in der Nähe der Kulturen war eben aufgebraucht worden, die Ammoniakbildung aus Pepton hatte die Oberhand gewonnen und dem Nährboden eine alkalische Reaktion verliehen.

Es zeigt sich also hier, bei ein und derselben Kolonie, unter vollständig gleichbleibenden äusseren Versuchsbedingungen eine Änderung des Farbentons in folge einer im Stoffwechsel begründeten Änderung der Reaktion des Nährbodens.

Bei den mir zur Verfügung stehenden Stämmen von B. prodigiosum konnte ich diese Erscheinung niemals in gleicher Weise beobachten. Die Lakmusplatten zeigten zwar in Dichtsaaten auch, aber viel später wie im eben beschriebenen Falle,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

eine Verfärbung des Nährbodens ins Rote, diese hielt jedoch an, die alkalische Reaktion und somit auch der Farbenumschlag der Kolonien blieben aus oder traten erst nach mehreren Wochen und dann auch nur undeutlich ein.

Auf Grund dieser Beobachtungen ist es wohl berechtigt, in B. kiliense eine physiologische Rasse von B. prodigiosum mit kräftigerer Säure- und Alkalibildung zu sehen. Überall dort, wo man B. kiliense in der Natur beobachtet hat, dürfte eben eine solche Rasse des vielbeschriebenen B. prodigiosum vorgelegen haben.

Obwohl chromogene Bakterien im Prager Leitungswasser nicht allzuhäufig vorkommen, so sind doch durch Bildung eines blauen oder violetten Farbstoffes ausgezeichnete Arten noch am zahlreichsten zu finden. Impft man Agarplatten mit 1—3 Tropfen des Wassers, so wird man nach einigen Tagen unter den zahlreich aufgegangenen Kolonien oft eine oder mehrere blaue beobachten können. Zweifellos finden sich verschiedene Arten vor; doch scheinen gerade die durch die genannte Farbstoffbildung ausgezeichneten Species besonders in ihren Kulturmerkmalen stark zu variieren, wenigstens bereitete mir die Identifizierung nach den vorhandenen Beschreibungen grosse Schwierigkeiten.

Zwei Fälle, in denen ich zu einem bestimmten Ergebnis gekommen zu sein glaube, möchte ich im Folgenden anführen.

Bacterium janthinum Zopf.

Eine im Winter 1904 isolierte Art stimmte in allen wesentlichen Merkmalen mit dem auch von Zimmermann (57, I 36) und Dittrich (6, S. 35) beschriebenen Bacillus janthinus überein und dürfte wohl sicher mit demselben identisch sein. Auch die frisch isolierten Kolonien wuchsen auf Agar anfangs farblos, um sich erst nach einigen Tagen prachtvoll dunkelviolett zu färben. Bei fortgesetzter Kultur trat dies immer später ein und schliesslich, nach etwa einem Jahre, gieng die Fähigkeit der Farbstoffbildung ganz verloren.

Bacterium violaceum Mez. var. pragense n. var.

Ganz anders verhielt sich, was die Bildung des Farbstoffes betrifft, eine andere, um dieselbe Zeit isolierte Bakterie. Auf Agar erschienen die Kolonien bald nach dem Aufgehen schon violett und behielten diese Eigenschaft auch nach mehr als einem Jahre noch ungeschwächt bei. Der mikroskopische Befund (Grösse, Beweglichkeit, Begeisselung) ferner das Wachstum auf Gelatine stimmten im Allgemeinen gut mit den für B. violaceum bestehenden Beschreibungen überein. Allerdings bemerkte ich beim Gelatine-Stich keine Violettfärbung der verflüssigten Gelatine und ebenfalls auf Kartoffel eine nur schwache Entwickelung. Ganz anders aber wie bei B. violaceum war das Wachstum auf Agar. Die submersen Kolonien boten nichts Auffälliges: sie waren kugelig bis ellipsoidisch gestaltet und violett gefärbt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

An die Oberfläche getreten, wuchsen sie jedoch sehr charakteristisch; sie breiteten sich daselbst in Form eines hauchdünnen, anfangs nur schwer sichtbaren Häutchens aus und erreichten in Dünnsaaten nach 10 Tagen den bedeutenden Durchmesser von 2 *cm*.

Im durchfallenden Lichte erschienen sie bläulich-weiss und schön zonar gebaut, im auffallenden violett. (Fig. 7.)

Das gleiche Wachstum zeigte sich auch bei Agar Strichkulturen. Nach längerer Zeit wurde die Auflage besonders gegen die Ränder hin dicker und erschien dann schwarzviolett. (Fig. 8.)

Diese Merkmale fand ich konstant und unabhängig von der Konzentration des Agars, da sie sowohl auf Nährböden mit 1%, als auch mit 2% Agar-Agar auf-

Fig. 7. 10 Tage alte Agar-Platten-Kulturen von B. violaceum var. pragense, nat. Gr.

Fig. 8. 4 Wochen alte Agar Strich-Kultur von B. violaceum var. pragense, nat. Gr.

traten. Es läge also hier eine Bakterie vor, welche jedenfalls dem B. violaceum sehr nahe steht, sich jedoch durch das Wachstum auf Agar von ihm unterscheidet. Obwohl es nun in der Bakteriologie nicht üblich ist, von Varietäten zu sprechen, so möchte ich doch den vorliegenden Organismus als eine solche bezeichnen, um seine Zugehörigkeit zu B. violaceum auszudrücken und ihn Bacterium violaceum var. pragense nennen.

Einen Bacillus violaceus hat jüngst auch Kohn (16 S. 698) aus dem Prager Leitungswasser isoliert.

Bacterium radiatum (Zimm.) Mez.

Einigemale konnte ich eine Bakterie aus dem untersuchten Wasser isolieren, die in ihren morphologischen und Kulturmerkmalen viel Ähnlichkeit mit dem von

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Zimmermann (57) und später auch von Kayser (15) beschriebenen B. radiatum aufwies. Auf Agar-Agar besassen die sich in ungemein dünner Auflage ausbreitenden Kulturen die so vielen Bakterien eigene Fähigkeit des Irrisierens in besonders hohem Masse. Im Sonnenlichte betrachtet, zeigten sich die herrlichsten Farben vom leuchtendsten Rot bis zum tiefsten Violett. Am schönsten war dies bei einem im Dezember 1904 isolierten Stamm der Fall. Leider erwies sich diese Bakterie als im Laboratorium nicht sehr haltbar.

Dass gemeine Wasserbakterien, wie Bacterium fluorescens (Flügge) Lehm. et Neum., Bacillus subtiliformis Schroet. u. a. auch häufig vorkommen, will ich nur nebenbei erwähnen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

III.

Versuch einer Beurteilung des Prager Leitungswassers auf Grund der biologischen Methode.

Die Beschaffenheit eines Wassers richtig und einwandsfrei zu beurteilen, die Frage zu entscheiden, ob dasselbe als Trink- oder Nutzwasser für den menschlichen Haushalt oder für industrielle Zwecke verwendbar ist, bietet oft sehr grosse Schwierigkeiten.

Die neuere Forschung hat dargetan, dass die Ergebnisse der chemischen Analyse, auf die man in früheren Zeiten allein baute, in den seltensten Fällen für die Beurteilung ausreichen und auch die bakterioskopische Zählmethode, von der man sich anfangs so viel versprochen, ergab nicht die erhofften Resultate.

Das Verdienst eines der Begründer der modernen Mikrobiologie, des Botanikers Ferdinand Cohn (5) ist es, zuerst darauf hingewiesen zu haben, welch wertvolle Schlüsse auf die Beschaffenheit eines Wassers die Berücksichtigung der gesamten, dasselbe bevölkernden Lebewelt in gewissen Fällen zulässt. Sind ja doch die hier in Betracht kommenden, meist den untersten Stufen des Lebens angehörigen Wasserbewohner in ihrem Stoffwechsel ganz an das sie umgebende Medium angewiesen. Entsprechend den so mannigfachen Ernährungsbedürfnissen der verschiedenen Arten, wird sich daher in einem jeden Gewässer im engsten Zusammenhange mit dessen chemischen und physikalischen Eigenschaften eine eigenartige Gesellschaft von Mikroorganismen entwickeln und man wird deshalb auch aus dem reichlichen Vorkommen bestimmter Lebewesen sich Rückschlüsse auf gewisse Eigenschaften des betreffenden Wassers erlauben können. Diese Schlüsse werden jedoch eine immer bestimmtere Form gewinnen, je mehr es gelingt, in die Kenntnis der Ernährungsbedingungen der hier in Frage kommenden Pflanzen und Tiere einzudringen. Diesem Gedankengange folgend haben in neuester Zeit mehrere Forscher im Anschlusse an die Ergebnisse Cohns die Methode der biologischen Wasseruntersuchung ausgebaut. Von den zahlreichen, diesen Gegenstand behandelnden Arbeiten seien nur das zusammenfassende Buch von Mez (28)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und die spätere Abhandlung von Kolkwitz u. Marsson (17), welche den Standpunkt der neuen Methode kurz und sehr anschaulich charakterisiert, erwähnt.

Soll nun im Folgenden der Versuch gemacht werden, auf Grund der in den früheren Abschnitten dieser Arbeit gewonnenen Daten die biologische Art der Beurteilung auch auf das Prager Leitungswasser anzuwenden, so muss man sich zunächst darüber klar werden, dass da vor allem zwei Gesichtspunkte in Betracht kommen.

Erstens ist die Frage zu beantworten, ob das Wasser hygienisch einwandsfrei ist, ob nicht die Gefahr besteht, dass durch seine Verwendung im Haushalt Krankheitskeime übertragen werden könnten.

Doch ganz abgesehen davon ist es zweitens bei der Beurteilung eines Nutzwassers gewiss von Interesse zu wissen, in welchem Grade dasselbe durch organische Substanzen verunreinigt ist, und welcher Art ferner diese Verunreinigungen sind.

Das Prager Leitungswasser soll zwar nicht als Trinkwasser dienen, doch wird es zweifellos von vielen Leuten teils aus Unkenntnis, teils aus Unvorsichtigkeit dennoch getrunken.

Aber nicht nur ein Trinkwasser, sondern ein jedes Wasser, das in die Wohnungen geleitet und dort zum Waschen und Spülen verwendet wird, muss hygienisch völlig einwandsfrei sein, um als zulässig erklärt werden zu können, da ja im Falle der Infizierung eines solchen Wassers durch Krankheitskeime zur Verbreitung derselben allzuviel Gelegenheit geboten ist. (Vergl. auch Mez 28 S. 496.)

Es ist nun von vornherein sehr naheliegend, die Gefahr des Vorhandenseins von Krankheitskeimen und insbesondere des Typhuserregers im Wasser der Prager Leitung zu vermuten; entstammt es doch dem offenen Flusse, also einem Tagwasser, das fortwährend der Verunreinigung durch Abfallwässer des menschlichen Haushaltes und der Industrie ausgesetzt ist und noch dazu in einer so oft von Typhusepidemien heimgesuchten Gegend. Dazu kommt noch, dass die Filterwerke in dieser Beziehung gar keine Abhilfe schaffen, da ja nichteinmal Algen, geschweige denn also Bakterien an ihnen zurückgehalten werden.

Ganz in Übereinstimmung mit dieser Überlegung deutet das häufige Vorkommen von Bacterium coli auf bedeutende Verunreinigung durchen Fäkalien.

Erscheint also schon aus diesen Gründen unser Wasser vom hygienischen Standpunkte auch als Nutzwasser unzulässig, so wurde jeder Zweifel in dieser Hinsicht beseitigt, als es Prof. Jaksch gelang, das sonst im Wasser so schwer nachweisbare Bacterium typhi sowohl im Moldau, als auch in der Leitung aufzufinden (14).

Wenn auch somit in dieser Beziehung das Urteil über das Prager Leitungswasser bereits gesprochen ist, so ist es vielleicht doch von Interesse zu erfahren, welche Schlüsse die Anwendung der biologischen Methode auf seine sonstigen Eigenschaften gestattet, Eigenschaften, die von dem Vorhandensein pathogener Organismen oft ganz unabhängig sind. Es handelt sich hier hauptsächlich darum, Anhaltspunkte über den Grad und die Herkunft der Verunreinigungen des betreffenden Wassers zu gewinnen. Und gerade in diesem Punkte ist man ganz auf die biologische Methode angewiesen, da ja die chemische Untersuchung ganz allgemein

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

als „organische Substanz" die Menge der reduzierten Kaliumpermanganatlösung angibt, jedoch nichts näheres über die Eigenschaften dieser org. Substanz aussagt. (Vgl. Mez. 28 S. 278 f.)

Wenn es sich nun darum handelt z. B. einen Brunnen, einen kleinen Wasserlauf, deren Verunreinigungen ja meist nur einer Quelle entstammen, von diesen Gesichtspunkten aus zu untersuchen, so wird es wohl in den meisten Fällen nicht allzuschwer sein, ein sicheres Urteil abzugeben.

Viel verwickelter und schwieriger gestalten sich die Verhältnisse bei einem grösseren Flusse, wie es die Moldau in Prag ist.

Die vielen Ortschaften, die verschiedenen Industriewerke, welche an den Ufern gelegen sind, bieten ja die Veranlassung zu Verunreinigungen so mannigfacher Art, dass es fast unmöglich erscheint, vielleicht von einigen Ausnahmsfällen abgesehen, dieselben noch getrennt im Flusswasser wiederzuerkennen. Auch bei der Beurteilung des Grades der Verschmutzung muss man in diesem Falle sehr vorsichtig sein und darf nicht aus dem blossen Vorkommen eines Organismus ohne weiteres sichere Schlüsse ziehen. Ein Beispiel möge dies illustrieren. Nach einer mündlichen Mitteilung des Herrn Professors Molisch fand sich in früheren Jahren im Wasser der Prager Leitung während der Wintermonate auch der besonders für Zuckerfabriksabwässer charakteristische Pilz Leptomitus lacteus vor und ich konnte mitunter auch noch in letzter Zeit vereinzelte Flocken des berüchtigten Sphaerotilus natans beobachten.

Es wäre nun verfehlt, auf Grund dieser Befunde das Leitungswasser für so hochgradig verschmutzt zu halten, wie dies bei einem Zuckerfabriksabwasser der Fall ist.

Man kann ein solches Vorkommen nur als Indikator für diese Art der Verunreinigung im Sinne von Kolkwitz und Marsson (17 S. 64) betrachten, für ein Anzeichen, dass derartige Abwässer wirklich in den Fluss gelangt sind, dort aber sehr stark verdünnt wurden.

Im vorliegenden Falle verdienen daher nur jene Organismen Beachtung, welche sich entweder erst in der Leitung selbst entwickelt haben oder deren massenhaftes Vorkommen es sehr wahrscheinlich macht, dass sie im Flusse die ihnen zusagenden Existenzbedingungen vorfanden.

Die erste Bedingung wird nun ganz von jenen Organismen erfüllt, die früher als primaere Vegetation der Leitung bezeichnet wurden, die ihre Nahrung dem Wasser unmittelbar, bevor es an die Orte des Verbrauches gelangt, entnehmen.

Wegen der Häufigkeit ihres Vorkommens verdienten da wohl die Eisenbakterien an erster Stelle genannt zu werden, doch ist die Rolle gerade dieser Organismen bei der Wasserbeurteilung noch eine ziemlich zweifelhafte.

Wohl angeregt durch seine bekannten Untersuchungen über die Schwefelbakterien hat Winogradsky im Jahre 1888 in der botanischen Zeitung eine kurze Arbeit über die Physiologie der Eisenbakterien veröffentlicht (53), in welcher er die Ansicht aussprach, dass diese Organismen ganz ähnlich wie die Schwefelbakterien ihre Lebensenergie nicht aus der Veratmung organischer Substanz gewännen, sondern imstande wären, Eisenoxydul in Oxyd zu verwandeln und die bei diesem Processe

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

freiwerdende Verbrennungswärme auszunützen. Die Konsequenzen dieser Hypothese, ferner die Beobachtung, dass Eisenbakterien mitunter auch in einem Wasser vorkommen, das augenscheinlich wenig organische Substanz gelöst enthält, brachten es mit sich, dass man im Allgemeinen das Vorkommen dieser Pflanzen nicht als ein Anzeichen für irgend eine Verunreinigung organischer Natur deutet. (Mez 28 S. 366, 600.) Dass sie jedoch, und zwar besonders Crenothrix, auch stark verunreinigtes Wasser nicht verschmähen, das geht aus den Befunden von Cohn (5 S. 117) und Molisch (32 S. 61) hervor. Da es ferner Molisch (32) gelang, die Berechtigung von Winogradskys Hypothese durch Kulturversuche und andere schwerwiegende Einwände stark zu erschüttern, so dürfte man wohl mit der Annahme, dass sich diese Bakterien in ihrem Betriebsstoffwechsel nicht wesentlich von der Mehrzahl der anderen Organismen unterscheiden, der Wahrheit am nächsten kommen (vergl. auch Lafar 20).

Unter dieser Voraussetzung darf man auch den Eisenbakterien, wenn sie in sehr grossen Mengen vorkommen, eine Bedeutung für die Wasserbeurteilung wohl nicht absprechen. Doch wie auch immer dem sei, das eine kann man mit Sicherheit sagen, dass das Vorkommen von Crenothrix polyspora und Leptothrix ochracea in Prager Leitungswasser nicht gegen das Vorhandensein von Verunreinigungen spricht und dass andererseits das Wuchern der erstgenannten Fadenbakterie sich zu gewissen Zeiten durch die vielen, im Wasser mitfortgerissenen Flocken sehr unangenehm bemerkbar macht.

Cladothrix findet sich zu spärlich, um hier auch Erwähnung zu finden.

Was nun die anderen, in Gesellschaft der Eisenbakterien lebenden Organismen anlangt, so sei zunächst Anthophysa erwähnt. Dieser in unserem Falle sehr häufige Flagellat wird allgemein zu den Saprobien gezählt, er ist ein Leitorganismus für verunreinigtes Wasser. Das Gleiche gilt für Carchesium Lachmanni (28 S. 542). Dieses Infusor gilt, in grossen Massen auftretend, als Anzeichen für sehr grobe Verschmutzung wie z. B. in Fabriksabwässern. Wenn es nun auch in der hiesigen Leitung nicht in so grosser Menge vorkommt, dass man auf einen derartigen Zustand des Wassers schliessen könnte, so ist es doch wieder zu häufig, um überhaupt vernachlässigt werden zu dürfen.

Darüber ob Epistylis umbellaria auch den Saprobien beizuzählen ist, fand ich keine Angaben.

Fasst man also zusammen, was sich aus dem Vorkommen dieser Biozoenose ergibt, so findet man, dass insbesondere aus der Häufigkeit von Anthophysa und Carchesium, wohl aber auch aus dem Wuchern von Crenothrix auf einen erheblichen Gehalt an organischen Substanzen im Wasser der Leitung geschlossen werden muss.

Wie schon früher erwähnt, können nur die häufigsten Vertreter der sekundären Vegetation für die Beurteilung herangezogen werden. Doch ist es wohl ausser Zweifel, dass diejenigen Diatomeen und Chlorophyceen, deren Mengen im Leitungswasser in keiner Weise hinter denen in planktonreichen stehenden Gewässern zurückbleiben, weitgehende Beachtung verdienen.

Denn wenn auch das Potamoplankton keine selbständige Biozoenose bildet, sondern seine Heimat in stehenden Gewässern hat, so muss man doch bei einer so

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

grossen Individuenzahl entweder annehmen, dass auch der grösste Teil des Flusswassers jenen Brutstätten des Planktons entstammt oder aber, und dies dürfte wohl öfter zutreffen, dass die einzelnen Arten noch im Flusse sich sehr bedeutend vermehrt haben. In beiden Fällen aber ist wohl die Heranziehung auch dieser Organismen zur Wasserbeurteilung gestattet.

Es sind dies nun ausschliesslich Algen, autotrophe Organismen, die auch ohne Zufuhr von organischer Substanz gedeihen können Doch die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass viele Algen nicht nur die Fähigkeit haben, organische Nahrung aufzunehmen, sondern auch bei Darbietung derselben in ihrem Wachstum sehr gefördert werden. Es dürften daher auch sie im Haushalte der Natur als Konsumenten organischer Stoffe einen nicht zu unterschätzenden Faktor bilden; auf die Bedeutung dieses Umstandes für die sogenannte Selbstreinigung der Flüsse einzugehen, würde zu weit führen; von den vielen diesbezüglichen Arbeiten sei nur die Abhandlung von Schorler erwähnt, die der vorliegenden Untersuchung wohl noch am nächsten steht (40).

Überblickt man nun die Liste der im hiesigen Leitungswasser aufgefundenen Algenspezies, so fällt es zunächst auf, dass sich diejenigen, welche Mez (28 544 f) Reinwasserorganismen nennt und die Kolkwitz und Marsson (15 S. 47) später als Katharobien bezeichneten, nicht vorfinden. Ceratoneis arcus wird zwar von Mez unter der oben genannten Gruppe aufgezählt, doch konnte ich diese Diatomee lebend auch in durchaus nicht einwandsfreiem Wasser beobachten; ja kürzlich fand ich sie sogar in den Sphaerotilus-Rasen einer eingesandten, sehr verschmutzten Abwasserprobe. In der Moldau könnte diese im Vorfrühling so häufige Alge allerdings auch dem Oberlaufe des Flusses entstammen; die recht grosse Zahl, in welcher sie auftritt, deutet aber doch auf eine Vermehrung im Flusslaufe.

Fast alle übrigen häufigen Arten gehören zu jenen, die nach Mez auch in einem durch Abwässer leicht oder stark verschmutzten Wasser vorkommen können. Was die Chlorophyceen anlangt, so muss zunächsth ervorgehoben werden, dass gerade eines der Versuchsobjekte Beijerincks, die Gattung Scenedesmus, eine der häufigsten im Prager Leitungswasser ist. Dank der Methode der Reinkultur gelang es dem genannten Forscher als erstem, die organische Ernährung einiger Algen einwandsfrei nachzuweisen, ja Scenedesmus hat Beijerinck direkt als Pepton-Kohlenstoff-Organismus bezeichnet. (3 S. 725). Ferner muss es auffallen, dass die Grünalgenflora im vorliegenden Falle in vielen Punkten an jene erinnert, die als unmittelbare Gefolgschaft der Bakterienvegetation überall dort aufftritt, wo der Fäulnisprocess in einem an organischen Stoffen reichen Wasser bereits sein Ende erreicht hat. Durch die abbauende Tätigkeit der Bakterien sind dann die hochzusammengesetzten organischen Verbindungen, wie Eiweisstoffe, Kohlenhydrate in einfachere (z. B. org. Säuren) übergeführt worden, welche den Spaltpilzen wohl nicht mehr zusagen, die jedoch gerade diesen Algen günstige Bedingungen zu bieten scheinen. Von diesem Gedanken geleitet, konnte nun auch Treboux (47) in der Tat bei einer Anzahl von Grünalgen, die zum Teil auch in grossen Mengen zu gewissen Zeiten das Prager Leitungswasser bevölkern (Scenedesmus, Coelastrunn, Rhaphidium) die Fähigkeit, organische Säuren ausgiebig zu verwerten, nachweisen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Auch die Reinkultur der Diatomeen ist in jüngster Zeit O. Richter gelungen, der durch genaue Versuche die Fähigkeit der Assimilation von Kohlehydraten und stickstoffhältigen organischen Substanzen bei Nitschia palea und Navicula minuscula feststellen konnte (35, 36.) Leider sind die Ernährungsbedürfnisse der im Leitungswasser am häufigsten vorkommenden Arten, Synedra ulna und Melosira granulata noch nicht näher bekannt. Doch venn man aus dem sonstigen Vorkommen Schlüsse ziehen darf, so ist auch für sie ein analoges Verhalten wie bei den untersuchten zwei Arten wahrscheinlich; wenigstens gilt dies für Synedra ulna, die man sehr häufig in stark verunreinigtem Wasser üppigwuchernd finden kann. Melosira granulata kommt allerdings auch im Plankton von Seen in grossen Mengen vor, dass aber auch sie verunreinigstes Wasser nicht verschmäht, davon konnte ich mich überzeugen, als ich sie im Herbst des vorigen Jahres massenhaft aus dem hiesigen Stadtparkteich fischen konnte, einem kleinen Gewässer, das durch das dort gehaltene Geflügel argen Verschmutzungen ausgesetzt ist.

Es ergibt sich also auch hier bei der sekundären Vegetation der Leitung eine auffallende Übereinstimmung in den Schlüssen, die aus dem Vorkommen der einzelnen Arten (Chlorophyceen u. Diatomeen) gezogen werden können. Kein einziger Umstand spricht zunächst gegen das Vorhandensein organischer Verunreinigungen, die Annahme derselben wird im Gegenteil auf Grund unserer bisherigen Kenntnis der Ernährungsbedingungen der hierhergehörigen Organismen nur umso wahrscheinlicher und der frühere Befund erscheint somit bestätigt.

Schliesslich seien noch, als für die Wasser-Beurteilung von grosser Wichtigkeit, verschiedene leblose Objekte angeführt, die mir beim Durchmustern der Proben häufig begegneten. Sie sind mitunter besonders geeignet, den Ursprung der Verunreinigungen aufzuklären; da aber dieser beim Prager Leitungswasser sehr mannigfacher Art ist, so dürften auch diese „Leitfragmente“ sehr verschiedenen Quellen entstammen. Im Allgemeinen kann man sie aber doch in zwei Kategorien teilen. Die einen dürften in jedem Flusslauf zu finden sein, sie entstammen der freien Natur, dem tierischen und pflanzlichen Leben; so fand ich sehr häufig: Pollenkörner von Koniferen, Teile verschiedener Algen, Fragmente von Moosblättern, Gliedmassen und Chitinstücke von Insekten, Nadeln von Süsswasserschwämmen.

Die anderen wiederum verdanken der menschlichen Tätigkeit ihren Ursprung, sie deuten auf Verunreinigung durch Fabriksabwässer und Kanäle. Hierher gehören: Baumwoll-, Leinen- und Schafwollfasern, Holzzellen, Zellen aus der Kartoffelschale, Getreide- und Kartoffelstärkekörner, Fettropfen, Waschblau-Körnchen u. a. m.; alles dies waren sehr häufige Dinge in den untersuchten Proben, ein Umstand, der auf weitgehende Verunreinigungen des genannten Ursprunges schliessen lässt.

Auch die stets etwas gelbliche Farbe rührt von organischen Substanzen her, wohl von Huminstoffen, welche den Torfwässern im Gebiete des Oberlaufes entstammen dürften.

Näheres über die Art der Verunreinigungen auszusprechen, ist im vorliegenden Falle aus früher erwähnten Gründen sehr schwer. Doch scheinen mir im Allgemeinen alle Umstände darauf hinzudeuten, dass man es in den organischen Substanzen des Leitungswassers nicht mit hochzusammengesetzten, fäulnis-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

fähigen Verbindungen zu tun hat, sondern dass wohl meist schon die Endprodukte der Bakterientätigkeit vorliegen. Dafür spricht erstens der Umstand, dass man bei dem zweifellos vorhandenen bedeutenden Gehalt an organischen Stoffen, wenn dieselben noch stark fäulnisfähig wären, einen viel grösseren Keimgehalt vermuten sollte. Zweitens möchte ich an das früher über die Zusammensetzung der Chlorophyceenflora Gesagte erinnern, welche sich in dieser Art besonders in einem bereits „ausgefaulten" Wasser üppig zu entfalten pflegt (47 S 44).

Versucht man es also, sich allein auf Grund der biologisch-mikroskopischen Methode ein Bild von dem Zustande des Prager Leitungswassers zu bilden, so kommt man zu dem Ergebnis, dass hier ein Wasser mit einem sehr erheblichen Gehalt an organischer Substanz vorliegt. Letztere rührt ihrer Hauptmasse nach von Verunreinigungen durch Abwässer des menschlichen Haushaltes her, welche teils direkt, teils durch verunreinigte Bäche[1]) in die Moldau und nach einer teilweisen Zersetzung durch Fäulnisbakterien auch in die Leitung gelangen. Ganz abgesehen von der stets bestehenden Infektionsgefahr durch Krankheitserreger ist nach dem früher Gesagten die Zuleitung eines durch derartige Verunreinigungen unappetitlich gewordenen Wassers in die Wohnungen nicht am Platze. Man muss es daher mit Freuden begrüssen, dass der Prager Stadtrat sich nun ernstlich dem Projekte einer neuen Wasserleitung zugewendet hat, sodass man hoffen kann, dass in wenigen Jahren auch Prag sich eines guten und einwandsfreien Trinkwassers wird erfreuen können. Für den Biologen wird allerdings mit der alten Leitung eine Fundgrube von interessanten Organismen verloren gehen.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Hans Molisch für die zahlbreichen Anregungen und die gütige Förderung, welche er mir bei der vorliegenden Untersuchung in so reichem Masse zuteil werden liess, den innigsten Dank auszusprechen. Zugleich danke ich auch Herrn Professor Dr. A. Nestler für manchen wertvollen Rat, den er mir aus seiner grossen Erfahrung erteilte und Herrn Assistenten Dr. O. Richter für das freundschaftliche, mir und meine Arbeit stets entgegengebrachte Interesse.

---

[1]) Ich erinnere hier nur an den Delajabach bei Zlichov, in dessen stark übelriechendem Wasser eine üppige Vegetation von Sphaerotilus natans zu finden ist.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Benützte Literatur.

1. Adler O. Über Eisenbakterien in ihrer Beziehung zu den therapeutisch verwendeten natürlichen Eisenwässern. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitk. II. Abt. XI. 1903.
2. Apstein C. Das Süsswasserplankton. Kiel u. Leipzig 1896.
3. Beijerinck M. W. Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenogonidien und anderen grünen Algen. Bot. Ztg. 1890.
4. Bolochonzew. Beobachtungen über das Phytoplankton der Wolga im Sommer des Jahres 1902. Jahrbuch der Biolog. Wolga-Station Ssaratow 1903. Ref. im Bot. Zentralbl. XCV. S. 83 f.
5. Cohn F. Über den Brunnenfaden Crenothrix polyspora und Bemerkungen über die mikroskop. Analyse des Brunnenwassers. Beiträge z. Biol. d. Pflanze· I. 1875.
6. Dittrich M. Das Wasser der Heidelberger Wasserleitung in chemisch-geologischer und bacteriolog. Beziehung. Heidelberg 1897.
7. Freudenreich Ev. Über den Nachweis des Bacillus coli communis im Wasser u. dessen Bedeutung. Centralbl. f. Bact. u. Parasitk. I. Abt. XVIII. 1895.
8. Fritsch u. Vávra. Untersuchungen über die Fauna der Gewässer Böhmens. Archiv der naturw. Landesdurchforschung v. Böhmen. Die Tierwelt des Unterpočernitzer und Gatterschlagner Teiches. 1894.
9. — Untersuchung zweier Böhmerwaldseen, des Schwarzen und des Teufelssees. 1897 ebd.
10. — Untersuchung des Elbeflusses und seiner Altwässer 1901 ebd.
11. Hansgirg A. Prodromus der Algenflora von Böhmen Archiv. d. naturw. Landesdurchforschung Böhmens. 1886—1892.
12. v. Heurk H. Synopsis des Diatomées de Belgique. Anvers 1885.
13. v. Istvanffii G. Die Vegetation der Budapester Wasserleitung. Bot. Centralblatt LXI. 1895.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

14. v. Jaksch R. u. Rau R. Über den Nachweis von Typhusbazillen im fliessenden Moldauwasser im Weichbilde und im Leitungswasser von Prag. Centralbl. f. Bact. u. Parasitk. I. Abt. Origbd. XXXVI. 1904.
15. Kayser H. Die Flora der Strassburger Wasserleitung. Diss. Kaiserslautern 1900.
16. Kohn E. Zur Biologie der Wasserbakterien Centralbl. f. Bact. u. Parasitk. II. Abt. XV. 1906.
17. Kolkwitz R. u. Marsson M. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitteil. d. kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung 1902.
18. Kraepelin K. Die Fauna der Hamburger Waserleitung Abh. d. naturw. Vereins in Hamburg. 1886.
19. Kraft E. Beiträge zur Biologie des Bacterium prodigiosum und zum chemischen Verhalten seines Pigmentes. Würzburg 1902.
20. Lafar F. Handbuch der technischen Mykologie. III. Bd. Jena 1904.
21. Lanterborn R. Über die Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwässer. Zeitschr. f. Fischerei 1893.
22. Lehmann K. B. u. Neumann R. O. Atlas und Grundriss der Bakteriologie München 1904.
23. Lemmermann E. Die Algenflora der Filter des Brem. Wasserwerkes. Abh. des naturw. Vereins in Bremen. Bd. XIII.
24. — Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Ber. d. deut. Bot. Ges. 1900.
25. — Das Phytoplankton einiger Plöner Seen. Forschungsber. a. d. Biol. Station zu Plön. X. 1903.
26. — Der grosse Waterneverstorfer Binnensee. ebd. 1898.
27. — Das Phytoplankton sächsicher Teiche. ebd. 1899.
28. Mez C. Mikroskopische Wasseranalyse Berlin 1898.
29. Milburn Th. Über Änderungen der Farben bei Pilzen und Bakterien. Diss. Halle 1904.
30. Migula W. System der Bakterien Jena. 1896.
31. Molisch H. Über den Goldglanz v. Chromophyton Rosanoffii. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien, mathm.-naturw. Cl. Novemb. 1903.
32. — Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena 1892.
33. Oltmanns F. Morphologie u. Biologie der Algen. Jena 1905.
34. Prowazek S. Das Potamoplankton d. Moldau u. Wotawa. Verh. d. k. k. zool. bot. Ges. in Wien. 1899.
35. Richter O. Reinkulturen v. Diatomeen Ber. d. dent. Bot. Ges. 1903.
36. — Zur Physiologie der Diatomeen. I. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien, mathm.-naturw. Cl. Jänner 1906.
37. Schilling A. J. Die Süsswasserperidineen-Flora. 1891.
38. Schmelk S. Bakterioskopische Untersuchungen des Trinkwassers in Christiania. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitk. VIII. 1890.
39. Schmidle W. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Ber. d. deut. Bot. Ges. 1900.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

40. Schorler B. Die Vegetation der Elbe bei Dresden und ihre Bedeutung f. d. Selbstreinigung des Stromes. Zeitschr. f. Gewässerkunde 1898.
41. — Beiträge zur Kenntnis der Eisenbakterien. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitk. II. Abt. XII. 1904.
42. Schröder B. Attheya, Rhizosolenia u. andere Planktonorganismen im Teiche des bot. Gartens zu Breslau. Ber. d. d. Bot. Ges. 1897.
43. — Über das Plankton der Oder. ebd. 1897.
44. Senn G. Über einige coloniebildende einzellige Algen Bot. Zeitg. 1899.
45. Steuer A. Die Entomostrakenfauna der alten Donau b. Wien. Zool. Jahrbücher. Bd. 15. 1901.
46. Strohmayer O. Die Algenflora d. Hamburger Wasserwerkes. Leipzig 1897.
46. Treboux O. Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Olgen. Ber. d. deut. Bot. Ges. 1905.
48. Vejdovský F. Tierische Organismen der Brunnenwässer von Prag. Prag 1882.
49. — Vortrag in „Listy chemické". Prag 1890.
50. Volk R. Hamburgische Elbuntersuchung. I. Mitteil. d. naturh. Museums in Hamburg XIX. 1903.
51. de Vries H. Die Pflanzen und Tiere in den dunklen Räumen der Rotterdamer Wasserleitung Jena 1890.
52. Wille O. Untersuchungen über Organismen im Christiania Trinkwasser Biol. Centralbl. XVI. 1896.
53. Winogradský S. Über Eisenbacterien Bot. Ztg. 1888.
54. Zacharias O. Ber. d. biol. Station in Plön IV. 1896.
55. — Das Heleoplankton Zool. Anz. 1898.
56. — Das Potamoplankton. ebd. 1898.
57. Zimmermann O. E. R. Die Bakterien unserer Trink- und Nutzwässer insbesondere der Chemnitzer Wasserleitung. I., II. u. III. Ber. d. naturw. Ges. in Chemnitz 1890—1900.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv f. naturwissenschaftliche Landesdurchforschung von Böhmen

Jahr/Year: 1904-1908

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Ruttner F.

Artikel/Article: DIE MIKROFLORA DER PRAGER WASSERLEITUNG. 1-47