

Archiv  
für  
**Protistenkunde**

Begründet von  
**Fritz Schaudinn**

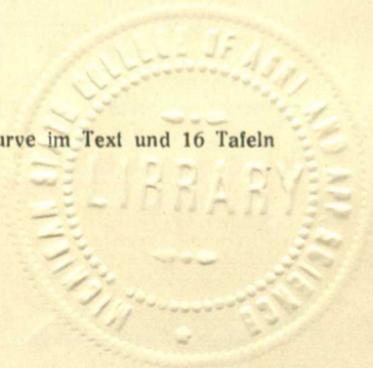
Herausgegeben von  
**Max Hartmann** und **Adolf Pascher**  
Berlin Prag

**56. Band**

Mit 202 Abbildungen, 2 Tabellen, 1 Kartenskizze, 1 Kurve im Text und 16 Tafeln



Jena  
Verlag von Gustav Fischer  
1926



Archiv  
des  
Königlichen  
Landesarchivs

Verlag von Adolf Pascher

Alle Rechte vorbehalten.



# Inhaltsübersicht.

## Erstes Heft.

(Ausgegeben am 20. Oktober 1926.)

Abhandlungen:	Seite
SCHILLER, J.: Der thermische Einfluß und die Wirkung des Eises auf die planktischen Herbstvegetationen in den Altwässern der Donau bei Wien nach regelmäßiger Beobachtung von Oktober 1918 bis Ende 1925. (Mit 40 Textfiguren, 2 Tabellen und 1 Kartenskizze) . . .	1
IVANIĆ, MOMČILO: Zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte von <i>Coelosporidium periplanetae</i> (LUTZ u. SPLENDORE). (Mit 5 Textfiguren und Tafel 1 u. 2)	63
KUDO, R.: On <i>Myxosoma catostomi</i> KUDO 1923, a myxosporidian parasite of the sucker, <i>Catostomus commersonii</i> . (With Plates 3—5) . . .	90
KRIJGSMAN, B. J.: Wie werden im Intestinaltractus des Wirtstieres die Sporozysten der Coccidien aus ihren Hüllen befreit? (Mit 1 Kurve im Text)	116
GEITLER, LOTHAR: Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pyrenoide. (Mit 8 Textfiguren) . . . . .	128

## Zweites Heft.

(Ausgegeben am 24. November 1926.)

Abhandlungen:	
ROSKIN, GR. u. L. LEVINSOHN: Die Oxydasen und Peroxydasen bei Protozoa. (Mit 11 Textfiguren und Tafel 6) . . . . .	145
CONRAD, W.: Recherches sur les Flagellates de nos eaux saumâtres. II <sup>e</sup> Partie: Chryomonadines. (Avec 28 figures et Planches 7—9) . . . . .	167
GELEI, J. v.: Sind die Neurophane von NERESHEIMER neuroide Elemente? (Mit 6 Textfiguren) . . . . .	232
KLEIN, BRUNO M.: Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. (Mit 33 Textfiguren) . . . . .	243
JIROVEC, O.: Protozoenstudien I. (Mit 9 Textfiguren und Tafel 10) . . . . .	280
GEITLER, LOTHAR: Zwei neue Chrysophyceen und eine neue „Syncyanose“ aus dem Lunzer Untersee. (Mit 3 Textfiguren) . . . . .	291
Berichtigung zur Arbeit LOHWAG: Über die Homologie der Sporangien, Oogonien und Antheridien bei den Oomyceten. Bd. 55 H. 1 . . . . .	294

## Drittes Heft.

(Ausgegeben am 15. Dezember 1926.)

Abhandlungen:	Seite
FORTNER, HANS: Zur Frage der diskontinuierlichen Excretion bei Protisten. (Mit 9 Textfiguren und Tafel 11) . . . . .	295
BOCK, FRIEDRICH: Experimentelle Untersuchungen an koloniebildenden Volvocaceen. (Mit 12 Textfiguren und Tafel 12) . . . . .	321
KALENSCHER, HELLMUTH: Studien zur Jugendgeschichte von <i>Leptotheca macrospora</i> , einer disporeen Myxosporidie. (Mit 5 Textfiguren u. Tafel 13—15)	357
ENTZ, GÉZA: Beiträge zur Kenntnis der Peridineen. I. Zur Morphologie und Biologie von <i>Peridinium Borgei</i> LEMMERMANN. Mit 33 Textfiguren und Tafel 16) . . . . .	397
Titel und Inhalt zu Band 56.	

---

*Nachdruck verboten.  
Übersetzungsrecht vorbehalten.*

**Der thermische Einfluß und die Wirkung des Eises  
auf die planktischen Herbstvegetationen in den Alt-  
wässern der Donau bei Wien**  
nach regelmäßiger Beobachtung von Oktober 1918 bis Ende 1925<sup>1)</sup>.

Von  
**J. Schiller (Wien).**

(Hierzu 40 Textfiguren, 2 Tabellen und 1 Kartenskizze.)

**Inhaltsverzeichnis.**

	Seite
I. Systematisch-statistischer Teil . . . . .	2
1. Einleitung . . . . .	2
2. Topographie und Hydrographie des Magenschein- und Karpfenwassers . . . . .	3
3. Allgemeiner Charakter der Herbstvegetation . . . . .	5
4. Spezielle Charakteristik der einzelnen Glieder der Herbstvegetationen . . . . .	9
5. Quantitativer Ablauf der Herbstvegetation und einzelner ihrer Glieder . . . . .	38
II. Physiologischer Teil . . . . .	46
6. Wirkung plötzlicher Temperaturänderung und tiefer Temperaturen . . . . .	46
7. Biologische Untersuchung des Eises . . . . .	47
8. Wie entgehen die Organismen dem Einfrieren? Experimentelle Untersuchungen . . . . .	52
9. Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	56

<sup>1)</sup> Seit Eröffnung der Hydrobiologischen Station an der alten Donau in Wien im Oktober 1925 wurden die Untersuchungen hier ausgeführt.

Nicht die einzelnen beobachteten Tatsachen und Versuche an sich haben Wert, und wenn ihre Zahl noch so unermeßlich wäre. Erst dadurch erhalten sie Wert, theoretischen wie praktischen, daß sie uns das Gesetz einer Reihe gleichartiger, wiederkehrender Erscheinungen erkennen lassen.

H. v. Helmholtz, Vorträge und Reden.

## I. Systematisch-statistischer Teil.

### 1. Einleitung.

Die Altwässer der Flüsse erfreuen sich infolge ihres besonderen Reichtums und des in allen Jahreszeiten stets wechsellvollen Bildes ihrer planktischen Bevölkerungen schon seit langer Zeit bei den Biologen einer besonderen Aufmerksamkeit, die aus ihnen eine Fülle stammesgeschichtlich interessanter und biologisch wertvoller Organismen nahmen. Nur auf einige wenige Forscher wie BOLOCHZEW, BRUNNTHALER, KLEBS, LAUTERBORN, PASCHER und SCHRÖDER sei hingewiesen, die Altwässer in verschiedenen Gegenden Europas erfolgreich untersuchten. Solche Gewässer stellen bekanntlich ehemalige Teile des Bettes eines Flusses vor, mit dem sie nunmehr keine oder eine sehr geringe meist nur bei Hochwasser vorhandene oberirdische Verbindung haben. Insofern stehen sie aber vom Flusse in direkter Abhängigkeit, als sie von ihm aus mit Grundwasser gespeist werden und damit von seinem Wasserstande abhängig sind, mit dem sie regelmäßig fallen und steigen. Hierin liegt ein wichtiger biologischer Faktor; denn dadurch sind sie im Laufe des Jahres oftmaligen und sehr starken vertikalen Wasserbewegungen und damit gründlicher Durchmischung unterworfen, wodurch die im Grundschlamm sich stetig bildenden Nährstoffe immer wieder dem Wasser zugeführt werden und große Fruchtbarkeit bedingt ist. Hiermit im Zusammenhange steht der oftmalige und rasche Wechsel ganz verschiedener Vegetationen und Faunen innerhalb einzelner Jahreszeiten. Meine Untersuchungen begannen 1917 und wurden regelmäßig vom Oktober 1918 an jeden Monat durchgeführt, wobei in erster Linie die Zentrifuge und Sedimentierung, das Netz nur für besondere Zwecke zur Verwendung kamen. Diesen regelmäßigen 14 tägigen Untersuchungen lag der Leitgedanke zugrunde, ob und inwiefern das Aufkommen und der Ablauf der Assoziationen und Völker

während der einzelnen Jahreszeiten auch von den regelmäßig wechselnden Temperaturen beeinflusst sind. Dem Autor war natürlich jederzeit klar, daß im engsten Verbande mit der Temperatur neben anderen Nährstoffen der O- und CO<sub>2</sub>-Gehalt des Wassers steht und wirkt. Bevor aber die analoge Prüfung dieser beiden trophischen Faktoren erfolgt, wollte ich zunächst im obigen Sinn die Wirkung der Temperatur prüfen, da eine ähnliche lange periodische Untersuchung noch nicht vorzuliegen scheint.

Diese biologischen Untersuchungen, die von jetzt ab nach Abschluß der 8jährigen Temperaturbeobachtung auch auf die Faktoren O und CO<sub>2</sub> in der Natur wie experimentell im Laboratorium ausgedehnt werden, sollen einen Baustein zur Lösung des großen Problems abgeben, wodurch die gewaltige Zunahme der Fruchtbarkeit des süßen Wassers sowohl wie des Meeres, parallel der höheren Breitgrade und der Abnahme der Jahrestemperaturen bedingt ist.

Es galt für diese Untersuchungen zwei Gewässer zu finden, die von Wien aus leicht jederzeit erreichbar wären, eutrophen Charakter, öfteren Wechsel und Unterschiede der Vegetationen, deutliche Konvektion und Klarheit über den Ursprung des Wassers zeigten. Diesen Ansprüchen genügten voll die nachfolgend beschriebenen Altwässer. Sie erwiesen sich in der Folge auch dadurch sehr günstig, daß nur das eine Schizophyceen produzierte und zwar vorwiegend *Anabaena*.

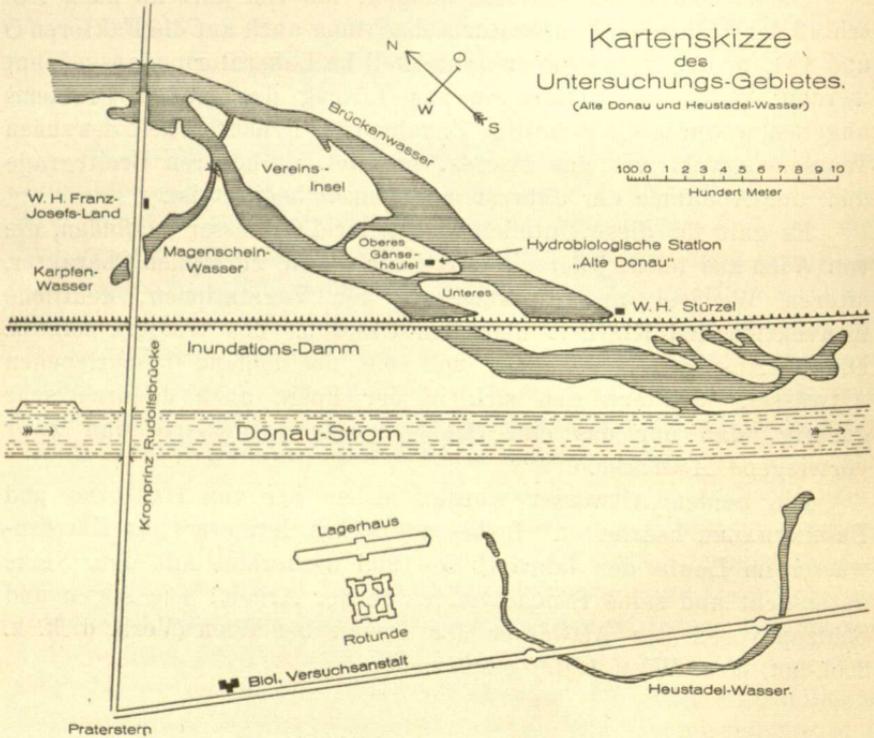
Die beiden Altwässer wurden bisher nur von HANS GIRG und BRUNNTHALER bearbeitet. Insbesondere hat letzterer das Karpfenwasser im Laufe der Jahre 1905—1906 wiederholt mit dem Netze untersucht und seine Beobachtungen in der Arbeit: Die Algen und Schizophyceen der Altwässer der Donau bei Wien (Verh. d. k. k. zool.-bot. Ges. Wien 1907) gesammelt.

## 2. Topographie und Hydrographie des Magenschein- und Karpfenwassers.

Vom Zentrum der Stadt Wien liegen in leicht erreichbarer Nähe zwischen dem Donaustrom und dem alten Flußbette, der sog. Alten Donau, rechts und links der Straße nach Kagran, zwei kleine teichartige Altwässer, das Karpfenwasser links und das Magenscheinwasser rechts der Straße, die hier auf einer Kartenskizze eingetragen sind (Skizze 1). Für diesen Bericht sind nur die Ergebnisse der Beobachtungen in den zwei genannten kleinen Altwässern verwendet, da die Alte Donau selbst nicht regelmäßig untersucht wurde.

Ihr Wasserstand entspricht jeweils jenem des Stromes. Wenn in diesem das Wasser steigt oder sinkt, so tritt in ihnen nach 30—48 Stunden die analoge Bewegung ein. Das Karpfenwasser hat eine Länge von 80 m und eine Breite von 70 m. Der Grund wird aus zähem grauen bis schwarzen Schlamm gebildet, der keinen phanerogamen Bewuchs trägt. Die Tiefe beträgt  $2\frac{1}{2}$  m, die Ufer sind flach.

Das Magenscheinwasser ist ein etwa 50 m breiter und  $\frac{1}{2}$  km langer Wasserarm, der sein Wasser im oberen westlichen Teile



Skizze 1.

als Grundwasser, vermutlich teilweise auch aus dem Karpfenwasser durch den Straßendamm hindurch erhält, an welcher Stelle ehemals ein jetzt verschütteter Kanal die beiden Gewässer verband. Nur ein kleiner schmaler Abfluß in das Hauptwasser der Alten Donau ist vorhanden. Beide Gewässer sind durch den erwähnten Straßendamm voneinander getrennt. Daß der größte Teil des Wassers im äußersten westlichen Ende emporquillt, geht im Sommer aus den hier herrschenden tieferen Temperaturen, im Winter aus der überhaupt nicht oder erst später bei andauernder Kälte eintretenden

Eisbildung hervor, da das Grundwasser eine Temperatur von 9—10° besitzt.

Die Schlammablagerungen beider Gewässer sind wesentlich organischen Ursprungs, typisches Sapropel (Gythja). Während im Karpfenwasser eine reine Planktonävja entsteht, ist die autochthone Litoralgythja des Magenscheinwassers aus Förna und Ävja hervorgegangen, wobei aber dem Planktonävja der weitaus größte Anteil zukommt. Pyritbildung ist nachweisbar. Auch dieses Gewässer ist seicht mit Tiefen bis zu 3 m. Das umgebende Land besteht hier wie dort aus Donauschottern und -sanden (Kalk).

Das Wasser beider Gewässer ist hoch eutroph. Es ist dementsprechend durch das ganze Jahr trüb; die Farbe wechselt je nach den herrschenden Populationen zwischen grau, braun, grünlich. Mehrmals im Jahre treten Wasserblüten auf.

Die Assoziationen sind typisch mesosaprob ( $\beta$ -m). Anfang des Herbstes tritt vielfach in dem noch warmen Wasser die Assoziationsgruppe  $\beta$ -m- $\alpha$ -m auf.

Die Temperaturen betragen vom 21. September in beiden Gewässern zwischen 14 und 17° C, sinken von Mitte Oktober an bis Ende des Monats auf 10—12°, also knapp bis zur Grundwassertemperatur, auf der sie sich halten, bis die Lufttemperaturen nahe dem Gefrierpunkt kommen. Bei starker Eisbildung und konstantem Wasserstande fallen die Temperaturen 10 cm über dem Grunde im mittleren Teile der beiden Gewässer auf 3—4° C. Das Karpfenwasser ist bei Lufttemperaturen über 5° um 1—2° kälter als das Magenscheinwasser.

Im Karpfenwasser tummeln sich stets 40—60 Gänse und Enten, die durch ihre bekanntlich sehr P- und N-reichen Exkremente zur Fruchtbarkeit beitragen.

### 3. Allgemeiner Charakter der Herbstvegetation.

#### a) Karpfenwasser.

Zu Beginn des Herbstes herrscht hier noch regelmäßig die von Anfang oder Mitte Mai an auftretende mäßig dichte *Anabaena*-Wasserblüte, die eine graugrünliche Färbung verursacht. Seit 1917 kam es viermal vor, darunter im letzten Herbst 1925, daß sie Ende Oktober nicht zu Ende ging, sondern den ganzen Herbst hindurch bis Anfang Januar andauerte und dann plötzlich oder überhaupt nicht verschwand. Fällt in ihre Vegetationszeit Eisbildung, so wird trotz der starken Abkühlung des Wassers auf 0,5—1° C *Anabaena delicatula*

nicht geschädigt. Die im Eise eingeschlossenen Fäden sterben dagegen alle ab, auch die in ihnen enthaltenen Dauerzellen. Diese Alge ist somit eine eurytherme Pflanze, die im Sommer Temperaturen bis zu 25° erträgt, und deren Temperaturspannung somit etwa 24° ausmacht. Jedes Jahr tritt von Mitte November an eine sehr dichte von *Asterionella gracillima* gebildete Wasserblüte auf, die stets nur 2—3 wöchentliche Dauer hat und das Wasser braungelb färbt. Beide Wasserblüten kamen nur zweimal gleichzeitig vor, wie z. B. im vergangenen Herbst (1925), meist folgt die *Asterionella*-Vegetation in 14 tägigem bis 4 wöchentlichem Abstand der oben erwähnten nach und die Meinung, der ich ursprünglich zuneigte, daß *Asterionella* sich auf Kosten der zugrunde gegangenen Anabaenen aufbaue, wird nicht richtig sein. Die Asterionellen zeigen weder in ihrem Beginn noch in ihrem Ablauf eine Beeinflussung durch Temperatur oder Licht, selbst dann nicht, wenn sie durch Temperaturstürze von 10° auf 4—2° innerhalb 5 Tagen getroffen werden und das Wasser mit einer Eisschicht sich bedeckt. Daß die Hochproduktion von *Asterionella* auch durch Lichtabnahme unberührt bleibt, konnte wiederholt im Laufe der Jahre festgestellt werden, wenn oft 2—3 Wochen lang nebeliges Wetter herrschte und die Sonne nur selten durch Wolken und Nebel durchbrach: klimatische Verhältnisse, wie sie für das Wiener November- und Dezemberwetter sehr charakteristisch sind. Unwillkürlich denkt man dabei an die Schilderungen der Verhältnisse des Polarmeeres durch KJELLMANN, an die monatelange winterliche Finsternis und den dichten Nebel über den eiskalten Gewässern, die von pflanzlichen und tierischen Organismen überreich bevölkert sind. Außerhalb des Herbstes kann *Asterionella* jederzeit bei stark steigendem Wasser Hochproduktionen bilden.

Wenn normalerweise *Asterionella* Anfang Dezember den Rückzug antritt, dann kommt bei erreichten Temperaturen von etwa 6° *Eudorina elegans* hoch und noch Ende des Herbstes oder erst im Januar bis Februar bildet sie eine Wasserblüte von bedeutender Dichte. Die durch sie veranlaßte graugrüne Vegetationsfärbung des Wassers ist im Gegensatz zu den beiden vorherigen Pflanzen weniger durch die Zahl der Kolonien als durch deren Größe und lebhaftere Färbung verursacht. 6° ist auch die erregende Temperatur, welche die gleichzeitige Entwicklung mehrerer *Cryptomonas*-Arten veranlaßt, die nun — jedoch nur bei Temperaturen zwischen 1—3° — während der letzten Herbstwochen und dann den Winter hindurch immer wieder abflauende und hochgehende Bevölkерungen von 8—12 tägiger Dauer bilden. Bei weiterer Erniedrigung der Wassertemperatur auf 5° treten reichlich

hinzu die Kaltwasserperidineen *P. aciculiferum*, *P. quadridens*<sup>1)</sup>, *Gymnodinium tenuissimum* und *Glenodinium spec.* Die Chrysomonaden sind besonders durch *Chromulina*- und *Dinobryon*-Arten vertreten, die den ganzen Herbst hindurch wechselnde Bevölkerungsanteile ausbilden und erst bei Temperaturen unter 3° zurückgehen, ohne zu verschwinden. Unter sie gemischt lebt *Trachelomonas volvocina*<sup>2)</sup>, das erst im Dezember bei Eisbedeckung und Temperaturen von 0,5—3° C große und dichte Bestände bildet.

Den bisher genannten Organismen gegenüber treten die Chlorophyceen bis auf *Dictyosphaerium* um so mehr in den Hintergrund, je artenreiner und dichter die drei oben erwähnten Wasserblüten auftreten, weil sie vollständig die trophischen und energetischen Faktoren für sich ausnützen. Dies gilt für *Scenedesmus quadricauda*, *Ankistrodesmus falcatus*, *A. longispinus*, *Tetraedron*-Arten, *Pediastrum integrum*, *P. clathratum* und *P. simplex*.

Die genannten Organismen treten alljährlich regelmäßig bei bestimmten Temperaturen freilich unter Schwankungen ihrer Volksdichte auf. Daneben gibt es solche, die ganz unregelmäßig erscheinen. Sie treten in einem Jahr auf und bleiben durch mehrere Jahre ganz aus. Z. B. *Volvox*, *Euglena*, *Rhodomonas*, die dieses stets nur sehr individuenarm tun, während *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* viermal in ungeheurer Menge, mit Wasserblüte und Vegetationsfärbung erschien.

Neben *Asterionella* kommen andere Diatomeen sehr spärlich vor, so daß sie während der Beobachtungszeit keine Rolle als Produzenten spielten.

#### b) Magenscheinwasser.

Wiewohl das Magenscheinwasser nur durch den Straßendammb vom Karpfenwasser geschieden ist und, wie schon oben gesagt, neben dem Grundwasser auch durch das Material des Straßendammbes filtriertes Wasser vom Karpfenwasser eindringt, somit letzten Endes beide Donaugrundwasser führen, ist doch zu keiner Jahreszeit die Planktonbevölkerung die gleiche. Dieser Unterschied kommt sehr scharf darin zum Ausdruck, daß sie weder artengleiche Hochproduk-

<sup>1)</sup> Dieses winterliche *P. quadridens* unterscheidet sich in der Zellform und im Fehlen des Stigmas von der Anfang Juni auftretenden typischen Form. Wahrscheinlich handelt es sich um zwei verschiedene Arten. Auch eine farblose Peridinium-Art tritt auf.

<sup>2)</sup> *Tr. volvocina* ist eine Sammelart, die 3—4 Arten umfaßt. Siehe die Abbildung auf S. 32.

tionen noch zu gleichen Zeiten die gleichen Organismen haben. Nie trat in der Beobachtungszeit *Asterionella* als Wasserblüte auf und *Anabaena delicatula* tat dies im Herbst 1925 zum ersten Male. Man könnte glauben, daß die oben für das Karpfenwasser erwähnten Vögel das ihrer Zahl gegenüber doch kleine Gewässer trophisch so stark verändern, daß damit der biologische Unterschied der beiden Gewässer parallel ginge. Doch die Enten und Gänse werden erst seit 1920 in so großer Zahl gehalten. Bedenkt man, daß eingetrocknete Schlamnteilchen mit *Anabaena*-Zellen durch die häufigen Winde oder durch das bisweilen aus einem ins andere Gewässer wechselnde Geflügel lebende Zellen ins Magenscheinwasser kommen, so ist klar, daß in diesem Wasser andere Faktoren, die uns wohl noch lange Zeit unbekannt bleiben werden, wirksam sind.

Wenn Ende September die sommerliche Chlorophyceen- und Peridineenvegetation in dem auf 12—17° temperierten Wasser schwindet, dann bleibt vom Sommer her nur *Dinobryon* durch den ganzen Herbst hindurch dem Wasser treu und schwindet erst langsam bei Temperaturen unter 5°, wenn auch nicht ganz, so doch zum größten Teil. Am Grunde in dem kühlen aufquellenden Grundwasser beginnt *Synura uvella* schon Mitte Oktober langsam ihre Vegetationszeit, die mit fortschreitender Abkühlung in die höheren Wasserschichten einwandert, aber weniger in dichten und großen Kolonien als vielmehr mit schwärmenden Einzelzellen und in lockeren Zellaggregaten auftritt. Ihre Blütezeit hat sie bei 4—6° und bei weiterer Abkühlung geht sie zurück, wenn auch das Netz von ihnen unter dem Eise noch manche Kolonie zutage bringt. Die typische Herbstvegetation besteht aus Flagellaten und Volvocalen. Neben den Dinobryen fehlen von Anfang Oktober an *Chrysopsis*- und *Chromulina*-Arten nie. Ihnen schließt sich Anfang November bei Temperaturen von etwa 8° *Uroglenopsis* und *Kephyrion* an. Die letztere Gattung erreicht aber erst gegen Ende November die volle Entwicklung. *Mallomonas akrokomos* bereichert mit zahlreichen Zellen alsogleich das auf unter 6° gekühlte Wasser und unmittelbar folgt mit etwa 4 bis 5 Arten *Cryptomonas*. Damit haben die Herbstvegetationen ihre Höhe und ihr am meisten charakteristisches Aussehen erlangt. Denn von jetzt an herrscht *Cryptomonas* oft fast gattungsrein und in so ungeheuren Mengen, daß das Wasser einen gelblichgrünen Ton erhält und je mehr die Temperatur dem Nullpunkte sich nähert um so zahlreicher werden sie, unabhängig von der Dicke des stets oberflächlich durch viel Staub und Ruß dunkel gefärbten und wenig Licht durchlassenden Eises. Unter sie gemischt und die Periode mit ihnen beginnend

und zu Ende führend entwickeln sich auch im Magenscheinwasser die oben genannten Peridineen.

Die Chlorophyceen sind in manchen Jahren bald im Karpfen-, bald im Magenscheinwasser häufiger. *Eudorina* tritt auch hier von Ende November an aber nie so reich wie im Karpfenwasser auf, ist aber ebenso dicht mit *Rhizophydium eudorinae* besetzt. *Volvox* tritt durch Jahre hindurch nicht auf, kann unvermittelt aber stets spärlich in beiden Gewässern selbst noch in Wasser bis zu 8° C Ende November erscheinen. Während *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* im Karpfenwasser wenigstens jedes zweite Jahr bei Temperaturen zwischen 9 und 5° mächtige Hochproduktionen mit Vegetationsfärbung bildet, trat diese Pflanze in der achtjährigen Beobachtungszeit im Magenscheinwasser nur ein einziges Mal im Jahre 1923 auf.

Ähnliches gilt von *Asterionella gracillima*, die im Magenscheinwasser in der Beobachtungszeit wohl auch bisweilen bis zu 400 Zellen im cm<sup>3</sup> Wasser auftrat, aber niemals jene dichten Völker bildete wie im Karpfenwasser. Bei hohem Wasserstande entwickeln sich *Melosira varians* und *Fragilaria virescens*, *Cyclotella* und *Stephanodiscus*.

Zwischen den beiden Gewässern bestehen somit beträchtliche qualitative Unterschiede im Aufbau und Ablauf der herbstlichen Bevölkerungen, und da das Karpfenwasser auch weit produktiver ist, kommen zu jenen so beträchtliche quantitative, die man bei der großen Nähe der beiden Gewässer und den genetischen Beziehungen ihres Wassers schwer versteht.

#### 4. Spezielle Charakteristik der einzelnen Glieder der Herbstvegetationen.

##### A. Chrysomonadinae.

Die Zahl der in den beiden Gewässern im Herbst lebenden unbekannteren Arten übersteigt um wenigstens das Doppelte die Zahl der hier behandelten neuen Arten. Von diesen stehen Interessenten Zentrifugenproben zur Verfügung. Nur die mit einiger Vollständigkeit erfaßten oder sonst interessanten, häufigen Arten werden hier gebracht. Denn eine rein systematische Durcharbeitung war nicht beabsichtigt.

##### *Chrysapsis gigantea* spec. nov. (Fig. 1 a, b.)

Cellula planctonica, solitaria, pyriformis, 50  $\mu$  longa, 20—30  $\mu$  lata, nuda, paulum metabolica, flagellum unicum, cellula longius, chromatophorus unus retiformis, interdum in partes multas divisus,

stigma minimum, vix visibile, pars anterior cellulae hyalina. Propagatio fit divisione.

Zellen einzeln lebend, birnförmig, wenig metabolisch, im Querschnitt kreisförmig,  $50\ \mu$  lang,  $20\text{--}30\ \mu$  breit, Periplast etwas gekörnt; Chromatophor entweder netzartig durchbrochen, bisweilen in einzelne Stücke zerpalten, sehr schön goldgelb gefärbt, netzförmig in der Mitte der Zelle, zerpalten auch den rückwärtigen Teil der Zelle einnehmend. Stigma vorhanden, sehr klein. Längsteilung im beweglichen Zustande gegen Abend beginnend. Magenscheinwasser im Gebiet der Alten Donau bei Wien. Vegetationszeit Nov.—Dez.

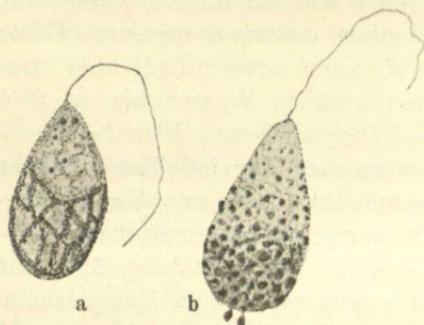


Fig. 1 a, b. *Chrysapsis gigantea* spec. nov. Vergr.  $490\times$ . a normales frischlebendes Individuum. b pathologisch verändertes Individuum mit in Stücke zerfallendem Chromatophor.

Die Auflösung des Netzchromatophors in einzelne Körner dürfte einen pathologischen Zustand darstellen, da man solche Zellen am häufigsten erst nach mehrstündigem Stehen des Wassers im Zimmer findet.

*Chrysapsis gigantea* tritt meist plötzlich und in Mengen von  $60\text{--}130$  Individuen im ccm bei Temperaturen von  $9^{\circ}\text{C}$  auf und schwindet bei ca.  $5^{\circ}\text{C}$ .

In den beiden eutrophen Gewässern bilden die *Chromulina*-Arten stets einen markanten Bestandteil der Flora. In ihrer Schönheit sieht man sie nur in Zentrifugenfängen aus ganz frisch geschöpftem Wasser. Schon während einer 10 Minuten langen mikroskopischen Betrachtung bei Zimmertemperaturen von  $15^{\circ}\text{C}$  platzt der größte Teil der Zellen. Ihr Studium bietet daher während der kühlen Jahreszeit Schwierigkeiten. Das Herbstwasser in beiden Teichen führt in der Reihenfolge ihres gewöhnlichen Auftretens folgende Arten: *Chromulina ovalis* KLEBS, *Chr. nebulosa*, *Chr. flavicans*, *Chrom. stellata* und *Chr. globosa*.

Diesen seien folgende neue Arten zugefügt:

***Chromulina danubiensis* spec. nov.** (Fig. 2 a, b.)

Cellulae singulares, libere natantes, pyriformes vel sphaeroideae, metabolicae, cute tenerrima, sine verrucis, chromatophoro unico patelli-

formi, bruneo-luteo; flagellum unicum corpore duplo longiore. Long. 13—18  $\mu$ , lat. 13  $\mu$ .

Zellen einzeln, freischwimmend, birnförmig bis sphaeroidisch, im Umriß kreisförmig, metabolisch, Hautschicht sehr zart, ohne Wärzchen. Chromatophor muldenförmig, gelbbraun. Geißel etwa zweimal körperläng. Stigma fehlt. Teilung ist Längsteilung im beweglichen Zustande. Länge 13—18  $\mu$ , Breite 13  $\mu$ .

Magenschein- und Karpfenwasser.

Vegetationszeit: Herbst bis März.

Soz. Verh.: reichlich; mitbestimmend-zurücktretend; einzeln.

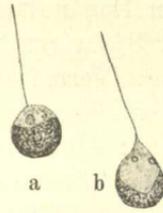


Fig. 2 a, b.

*Chromulina danubiensis*  
spec. nov. Vergr. 490  $\times$ .

a Ansicht von der Seite.  
b Ansicht schief von unten.

***Chromulina grandis* spec. nov.** Fig. 3 a, b.

Cellulae singulares, libere natantes, globosae vel subsphaeroideae paululum in parte anteriore excavatae, cute crassiuscula, paucis et parvis verrucis oblecta, chromatophoro unico vel duobus ante divisione, colore luteo vel bruneo-luteo, flagello duplo vel triplo longiore cellula, cum stigmate parvulo; metabolia parva. Diam. 27—35  $\mu$ .

Zellen einzeln, frei schwimmend, kugelig oder schwach quer-sphaeroidisch und dann an der Geißelbasis etwas ausgerandet. Hautschicht wenig derb, mit wenigen kleinen Wärzchen; ein Chromatophor, in den späteren Nachmittagsstunden auch zwei als Folge der in den ersten Nachtstunden vor sich gehenden Längsteilung im mobilen Zustande. Morphologische Ausbildung des Chromatophors sehr eigentümlich, eine Hohlkugel mit tiefem keilförmigen Ausschnitt darstellend, dessen Farbe gelbbraun oder mehr goldgelb ist. Geißel 2—3 mal länger als der Zelldurchmesser. Stigma vorhanden, sehr klein und undeutlich. Metabolie schwach. Ernährung holophytisch, bisweilen auch animalisch. 27—35  $\mu$  im Durchmesser.

Im Magenscheinwasser.

Vegetationszeit: Herbst bei Temperaturen zwischen 9—5°, dgl. im Winter.

Soz. Verh.: zerstreut; zurücktretend; einzeln; kontinuierlich.

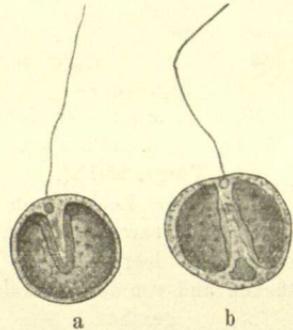


Fig. 3 a, b.

*Chromulina grandis* spec. nov.  
Vergr. 530  $\times$ .

a Individuum im normal vegetativen Zustande.

b Zelle in Teilung; Chromatophor bereits geteilt.

*Kephyrion ovum* PASCHER.

Dieser bis jetzt nur aus Böhmen bekannte Nannoplanktont lebt in den Donaualtwässern im Herbst diskontinuierlich und erreichte in der 8jährigen Beobachtungsperiode nie eine in Betracht kommende Dichte. Vermehrung durch langsam aus dem Gehäuse schlüpfende Tochterzellen, die ihr Gehäuse freischwimmend neu bilden.

Ort: Altwässer der Donau.

Vegetationszeit: diskontinuierlich durchs ganze Jahr.

Soz. Verh.: spärlich; untergeordnet; einzeln.

*Stenokalyx* nov. gen. Fig. 4 a—d.

Zellen einzeln, planktisch, frei schwimmend.

Protoplast in einem Gehäuse sitzend und dasselbe fast ausfüllend. Gehäuse gelblich gefärbt oder fast farblos, nach rückwärts konisch abgerundet, vorn plötzlich verengt mit aufsitzendem dünnen, farblosen, kurzen Cylinder, durch den die einzige Geißel austritt. Dorso-ventral gebaut, mit zwei etwas unregelmäßig verlaufenden geflügelten Leisten versehen, die zwischen sich eine Art Furche bilden; ventral treffen die beiden Krägen zusammen und bilden eine kurze nach vorn zur cylindrischen Röhre gehende Längsfurche. Geißel kräftig 2—2 $\frac{1}{2}$  mal länger als die Gehäuselänge. Ein Chromatophor von gelbbrauner Farbe, gelappt, am Gehäusegrunde der Seitenwand liegend.

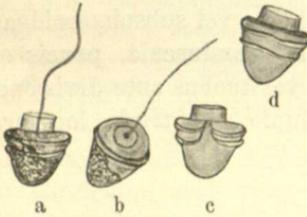


Fig. 4 a—d.

*Stenokalyx circumvallata*

nov. gen. nov. spec.

Vergr. 950  $\times$ .

a, b lebende Zellen von der Rückenseite bzw. von oben gesehen. c, d leere Gehäuse vom Rücken und von der Ventralseite gesehen.

Vermehrung durch Teilung des Protoplasten und langsames Austreten der Tochterzelle aus dem Gehäuse,

das darauf von ihr neu gebildet wird.

Cysten unbekannt.

*Stenokalyx circumvallata* nov. gen. nov. spec.

Diagn. gen.

Länge 9  $\mu$ , Breite 8  $\mu$ .

Ort: Gewässer der alten Donau.

Vegetationszeit: Dezember bis März.

Soz. Verh.: zerstreut bis reichlich; zurücktretend; einzeln.

Meso- bis oligosaprob. Stenotherm.

Das Gehäuse von *Stenokalyx* wird von schwacher Kalilauge aufgehellt und allmählich besonders bei Temperaturen von 50—60° größtenteils gelöst. In Wasserglas und zwar selbst in sehr verdünnter Lösung findet die Aufhellung und Entfärbung noch stärker statt, nach einigen Stunden tritt Quellung ein (bei stärkeren Lösungen schon früher) und bei Erwärmung im Paraffinofen eine teilweise Auflösung.

### *Mallomonas* PERTY.

Bei den meisten Arten dieser noch wenig bekannten Gattung sah ich Metabolie, auf die meines Wissens als erster REVERDIN hingewiesen hat (1919, p. 71). Bei Besprechung der Winter- und Frühjahrsvegetation wird darauf eingegangen werden. Viele Arten lassen sich nur in ganz frisch geschöpftem Wasser studieren, da sie sonst alsbald sich auflösen. Von den angeführten Arten gilt dies von *M. ovum*. Die Kieselschuppen stecken lose in einer je nach der Art mehr oder weniger dünnen Hautschicht, oder in einer Kieselhülle z. B. *M. akrokomos*. Die Vermehrung erfolgt durch Teilung der Protoplasten, wobei entweder beide Tochterzellen die mütterliche Hülle verlassen (z. B. bei *M. akrokomos*), oder nur die eine, und zwar durch den vorhandenen oder sich erweiternden Geißelspalt. Dieses Ausschlüpfen geht oft sehr langsam vor sich.

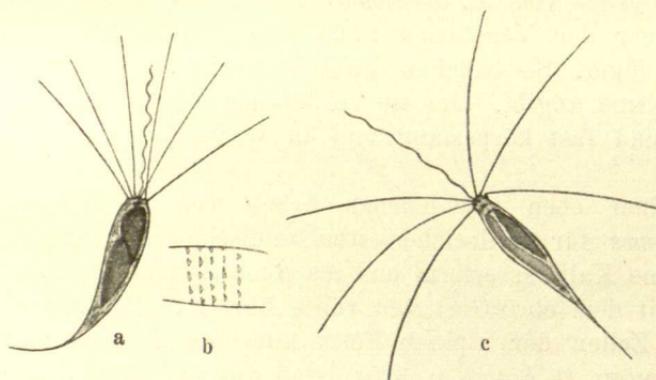


Fig. 5 a—c. *Mallomonas akrokomos* RUTTNER. Vergr. 510×.

a Hinterende haardünn ausgezogen und gebogen. b Anordnung der Kieselschuppen.

Eine beschränkte Zahl von Vertretern der Gattung *Mallomonas* beleben im Herbst die Altwässer der Donau. Keine Art trat in der Untersuchungszeit ganzjährig auf. Von Oktober bis April traten als höchste Artenzahl im Jahre fünf Mallomonaden auf, darunter am häufigsten *M. akrokomos* RUTTNER (Fig. 5 a—c). Gegenüber den aus den Lunzer Seen beschriebenen Individuen dieser Art erreichen

die der Donaualtwässer nach Länge und Breite größere Dimensionen. Denn sie sind 46—52  $\mu$  lang und 8—13  $\mu$  dick gegenüber 23—34  $\mu$  beziehungsweise 4,5—6  $\mu$ . Ihre Geißel ist fast körperlang, während sie RUTTNER nur halb körperlang fand. Diese Unterschiede können mit dem Unterschied in der Trophie zusammenhängen. Denn die Lunzer Seen sind oligotroph, die behandelten Donaualtwässer eutroph. In diesem Falle wäre dies das erste Beispiel, daß Individuengröße mit Oligo- bzw. Eutrophie korreliere. Dazu kommt ferner ein saisonaler Unterschied, da RUTTNER in den alpinen Lunzer Seen das Maximum im Frühjahr an der Oberfläche feststellte, während in den Donaualtwässern die reichste Entwicklung von Mitte Oktober bis Febr. — Maximum im November-Dezember — bei Temperaturen zwischen 7° und 1° C eintritt, oft gerade bei 0,5—1,5°, wobei bis 545 Individuen im ccm enthalten sind. An den zahlreichen leeren Gehäusen, die man bei reicher Entwicklung stets neben den bewohnten findet, wurde der Versuch nach Aufklärung des noch unbekanntes Baues und der Anordnung der Schuppen gemacht. Das mit dem Wasser fast gleiche Lichtbrechungsvermögen und eine schwer zu erreichende distinkte Färbung der Schuppen machten es nur wahrscheinlich, daß die Kieselschuppen dreiseitigen Umriß haben, flach und ringförmig angeordnet sind (Fig. 5 c).

Die Cysten von *M. akrokomos* treten erst nach mehrwöchentlicher Dauer der Vegetation auf. Daher trifft man sie erst ab Januar häufiger. Sie bauchen die Zelle genau so stark auf, wie dies auch RUTTNER angibt. Die am Vorderende ringförmig angeordneten Borsten sind fast körperlang und in wechselnder Zahl vorhanden (6—8).

In einer eben erschienenen Arbeit von H. UTERMÖHL wird *M. akrokomos* für zahlreiche ostholsteinische Seen angegeben, als stenotherme Kaltwasserform und als  $\beta$ -mesosaprob bezeichnet. Das stimmt mit dem oben Gesagten völlig überein. Auf Grund der weit kleineren Zellen der alpinen Form kam ich zu derselben Ansicht wie UTERMÖHL (l. c. vgl. p. 395), „daß die Art in dem oligotrophen und reinen Alpensee im Vergleich zur Massenentfaltung in den holsteinischen Gewässern nur eine Kümmerentwicklung zeigt“. Leider bringt UTERMÖHL keine Größenangaben.

### *Mallomonas tonsurata* TEILING.

Var. *megalepis* nov. var. (Fig. 6.)

Zellform wie von TEILING angegeben. Kieselhülle mit relativ weit schief nach unten abstehenden Kieselschuppen bedeckt, aus

deren Spitzen im Bereich der vorderen Zelhälfte etwas mehr als körperlange Borsten ragen, die gleichmäßig haardünn verlaufen. Die Schuppen stehen in schiefen Reihen. Zellgrößen über die von TEILING angegebenen Maße hinausgehend,  $30\ \mu$  lang,  $15\ \mu$  breit (gegenüber  $18\ \mu$  und  $7-8\ \mu$  nach TEILING). Geißel etwas mehr als körperlang.

Im strikten Gegensatze zu der vorigen Art ist sie eurytherm, demnach an das kalte Wasser nicht gebunden und in ihrem saisonalen Auftreten unregelmäßig. In manchen Jahren lebt sie nur im Herbst in Wasser über  $7^{\circ}\text{C}$ , in anderen Jahren unter Eis zu  $80-120$  Individuen im ccm; zweimal trat sie im Herbst und Winter nicht, dagegen plötzlich im April und Mai in Wasser über  $10^{\circ}$  auf.

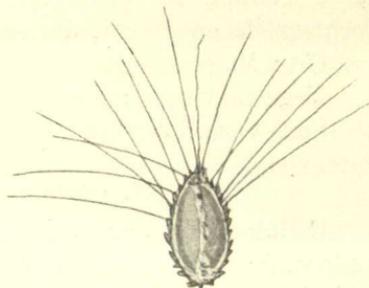


Fig. 6. *Mallomonas tonsurata*.  
var. *megalepis*. Vergr.  $510\times$ .

***Mallomonas ovum* spec. nov.** (Fig. 7.)

Cellulae singulares, libere natantes oviformes, pars anterior acuta posterior rotundata. Longitudo  $20-25\ \mu$ , latitudo  $15-18\ \mu$ . Squamae coniformes irregulariter dispositae. Spinae lenter arcuatae, in media et anteriore parte corporis sitae. Flagellum unicum cellulae aequilongum, chromatophori bini, magni, patteliformes virido-flavescentes.

Zellen einzeln, freischwimmend, spitz-eiförmig, am Geißelpol spitz konisch auslaufend, rückwärts fast halbkugelig, mehr oder weniger metabolisch, Hülle sehr zart; Kiesel-schuppen und Nadeln nur etwa  $\frac{2}{3}$  der Oberfläche des Zelleibes vorn bedeckend, unregelmäßig angeordnet. Schuppen konisch abstehend und je eine schwach gekrümmte nach

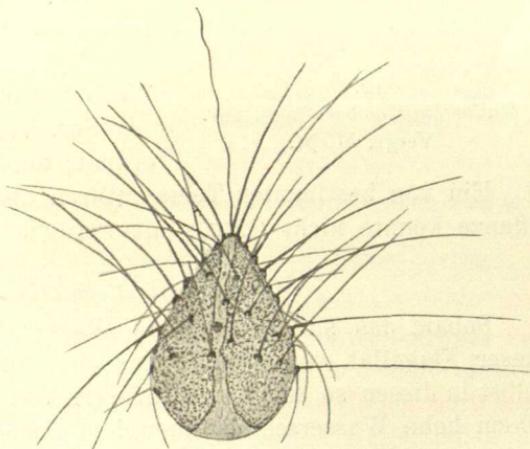


Fig. 7. *Mallomonas ovum* spec. nov.  
Vergr.  $1200\times$ .

oben ein wenig dünnere Borste tragend. Geißel körperlang. Chromatophoren zu zweien, gelbgrünlich, groß, breit und tief muldenförmig. Zelllänge 20—25  $\mu$  lang, 12—15  $\mu$  breit. Vermehrung durch Teilung des Protoplasten innerhalb der Mutterzelle; die eine Tochterzelle entweicht, die andere verbleibt.

Ort: Magenscheinwasser bei Wien.

Vegetationszeit: Herbst und Winter, diskontinuierlich.

Soz. Verh.: vereinzelt-spärlich; völlig untergeordnet; einzeln.

***M. globosa* spec. nov.** (Fig. 8.)

Cellulae singulares, libere natantes, globosae, squamis acutis, coniformibus obtectae, spinae  $\pm$  arcuatae, tenerae; chromatophoribini virides, flagellum unicum, triplo vel quadruplo diametro cellulae longius. Diameter 12—13  $\mu$ .

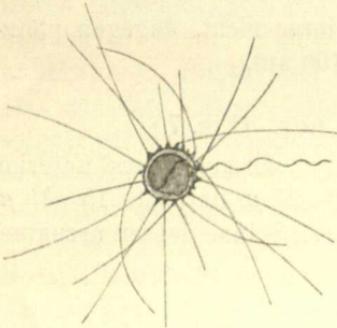


Fig. 8.

*Mallomonas globosa* spec. nov.  
Vergr. 510 $\times$ .

Zellen einzeln lebend, freischwimmend, kugelig, bedeckt mit spitz kegelförmigen Schuppen, die alle sehr dünne mehr oder weniger gekrümmte Kieselnadeln tragen. Zwei grüne Chromatophoren. Eine Geißel, etwas länger als der Zelldurchmesser, dieser 12—13  $\mu$  lang.

Ort: Magenscheinwasser und Alte Donau bei Wien.

Vegetationszeit: Herbst und Winter, diskontinuierlich.

Soz. Verh.: vereinzelt; untergeordnet; einzeln.

Ein von bestimmten Temperaturen abhängiges Auftreten dieser Pflanze konnte nicht festgestellt werden.

***Synura uella*.**

Sobald das sich abkühlende Wasser 7° erreicht hat, beginnt dieser Flagellat vom Grunde aus sich zu entwickeln und es kam selbst in diesen so seichten Gewässern vor, daß *Synura* nur eine etwa 30 cm hohe Wasserschicht über dem Boden besiedelte und erst bei weiterer Abkühlung die ganze Wassermasse belebte. Starke und rasche Abkühlung des Wassers mit Eisbildung erhöht geradezu das Wohlbefinden und kann ihre Entwicklung oft plötzlich steigern, sofern die Cryptomonaden ihr nicht in der Massenentwicklung zuvorkommen und den Wohnraum beschränken. Ihre maximale

Entwicklung findet *S. wella* stets in den beiden letzten Herbstmonaten. Während des Winters erscheint sie selten; an ihre Stelle tritt mit sehr kleinen nur 8—10 zelligen Kolonien und fast glatten, rundlich ovalen Zellen *S. verrucosa*.

Trotz verschiedener Untersuchungen aus der letzten Zeit (besonders PASCHER und CONRAD) haben unsere Kenntnisse der Fortpflanzung der Synuren keine Fortschritte zu verzeichnen. Man kennt das Ausschwärmen nackter Tochterzellen aus den Kolonien (PASCHER 1912), aber die Bildung der Kolonien blieb trotz alledem unbekannt. Das Zusammenhängen von 4 Zellen mit ihren langen Stielen, das CONRAD 1920 sah und zeichnet, dürfte kaum einen regulären Zustand bedeuten.



Fig. 9a.

Fig. 9b.

Fig. 9a. 6 *Synura wella*-Zellen durch einen Gallertfaden locker zusammengehalten. Vergr. 510 $\times$ .

Fig. 9b. Lockere Kolonie von *Synura wella*; die Zellen stecken in einer kleinen Gallertkugel. Vergr. 510 $\times$ .

Man findet jeden Herbst in allen Gewässern Mitteleuropas zuzeiten mehr Einzelzellen (Fig. 11) als Kolonien und bald darauf das Gegenteil. In diesen Zwischenzeiten trifft man Zellen normalen Baues zu zweien bis mehreren durch einen festen Gallertfaden im lockeren kolonialen Verbande (Fig. 9a). Der Gallertfaden entstammt dem verlängerten Hinterende. Seine Verkürzung bringt die Zellen, die durch Längsteilung auseinander succedan entstanden, näher und schließlich stecken in einer mehr oder weniger großen Gallertkugel oder -masse sämtliche Individuen der Kolonie, durch

sie fest zusammengehalten (Fig. 9b). Damit ist ein Modus der Koloniebildung ermittelt, der nicht allein stehen dürfte, worauf Angaben von CONRAD hindeuten.

Seit der allbekannten Abbildung STEIN's der sich teilenden Kolonie werden auch zwei gleichlange Geißeln allgemein angenommen, wie sie in STEIN's Darstellung gezeichnet sind. Auch PASCHER versteht in der Süßwasserflora (H. 2, Flagellaten II, S. 50) *S. verrucosa* (Fig. 78 b) und *S. uvella* (Fig. 78 d) mit zwei gleichlangen Geißeln.

Erst vor wenigen Jahren (1918) hat J. B. PETERSEN unter Anwendung der bekannten LOEFFLER-FISCHER'schen Methode gezeigt, daß die Geißeln nicht nur in ihren Bewegungen und Richtungen, sondern auch in der Länge und Morphologie ganz verschieden sind, da die längere und nach vorn gerichtete mit zwei Reihen seitlich inserierten sekundären Cilien bedeckt ist, so daß sie wie einfache Federchen aussehen. Die kürzere und seitlich gerichtete ist normal peitschenförmig. Da der Autor dieselbe Ausbildungsweise auch bei *Dinobryon* und *Uroglena* fand, ist anzunehmen, daß *Uroglenopsis* und sehr viele andere zweigeißelige Chrysomonaden gleichen Geißelbau besitzen dürften.

Die solitären frei im Wasser schwimmenden Zellen der *Synura* bilden für sich ein vegetatives Stadium, das zur Koloniebildung übergehen kann. Es gab Herbstmonate in den 8 Jahren fast ohne Koloniebildung, wobei die Zellen neben den Teilungen auch Cystenbildung eingingen, also alle Stadien ihres Lebensablaufes durchmachten. Fig. 10 a, b zeigt zwei solche freilebende Zellen, davon die rechte sich abrundet und zur Cystenbildung schreitet.

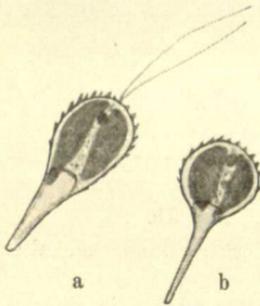


Fig. 10 a, b. *Synura uvella*, zwei Einzelzellen (Schwärmzellen). Die rechte in Cystenbildung begriffen. Vergr. 510 $\times$ .

Ungeklärt bleibt die differente Ausbildung der Schwärmzellen. Oben schon wurde ein Typus mit dem in einen langen gallertigen Faden ausgehenden Hinterende besprochen S. 17, Fig. 9 a u. 11; dem anderen fehlt der Faden, an dessen Stelle ein etwa zellenlanger Stiel vorhanden ist (Fig. 10 a, b). Möglicherweise handelt es sich um zwei Arten, die nur in der Form der Schwärmzellen, dagegen nicht oder minimal in der der kolonialen Zelle morphologisch ausgeprägt sind. PASCHER betont in der Süßwasserflora, daß die drei aufgestellten Arten nur Glieder derselben Variationsreihe sind.

Als Glieder der Chrysomonadenassoziation des Herbstes beider

Gewässer seien erwähnt: *Ochromonas crenata* KLEBS, *O. mutabilis* KLEBS, *O. granulosa* MEYER. Da sie ganz zurücktreten, wurde auf ihre Abhängigkeit von der Temperatur nicht geachtet.

### *Uroglenopsis* LEMMERMANN.

Während der 8 Jahre bot sich oft Gelegenheit zum genauen Studium der Arten dieser Gattung. Bis jetzt konnte man in Europa vier Arten unterscheiden: *Uroglenopsis americana* LEMMERMANN, *U. europaea* PASCHER, *U. botrys* PASCHER und *U. acuminata* REVERDIN, davon die beiden letzten Arten denselben Flagellaten bezeichnen dürften. *Uroglenopsis americana* tritt sprunghaft und selten im Herbst auf<sup>1)</sup>. Ich sehe deshalb jetzt von einer Besprechung ab und verweise auf die eingehende Arbeit von TROITZKAYA (1924). Nach dieser Autorin tritt *U. americana* vom Sommer bis Herbst in Teichen bei Petersburg auf. Die verschiedene Gestalt der einzelnen Zellen der Kolonien veranlaßt die Verf. ihnen Metabolie zuzuschreiben. Es geht aus der Arbeit nicht hervor, ob die große Empfindlichkeit und Veränderungs-fähigkeit der in einem kleinen Wasserquantum gefangen gehaltenen Organismen dabei in Betracht gezogen wurde. Jedenfalls ist Metabolie bei den Chrysomonaden sehr verbreitet. Es ist anzunehmen, daß die durch TROITZKAYA mittels Tusche nachgewiesenen Gallertstränge und Gallertlappen, an deren Enden nur die Spitzen des Hinterendes der Zellen in der Gallerte stecken, während der übrige Protoplast frei ins Wasser ragt, auch den anderen Arten zukommen.

Auf einige Unterschiede zwischen den Angaben TROITZKAYA'S und meinen nachfolgenden muß aufmerksam gemacht werden. TROITZKAYA sah ganz richtig die längere Geißel abseits vom Stigma, die kürzere näher demselben entspringen, so daß zwischen ihnen ein Abstand liegt. Bei den nachfolgenden Arten sah ich die Geißeln an den frischen Zellen stets fast gemeinsam unmittelbar am Stigma hervorgehen. TROITZKAYA berichtet, daß das neue Stigma am entferntesten unteren Teile des Chromatophors de novo entstehe, während ich bei *U. europaea* und *U. botrys*, siehe Fig. 13, 17, es durch Teilung aus dem alten sich bilden sah. Dabei waren die beiden neuen Stigmata gleich intensiv rot gefärbt, während TROITZKAYA berichtet, daß es nicht schwer sei, das neue Stigma von dem kaum gefärbten Fleckchen bis zum Augenfleck zu verfolgen. Da ich diese Angaben in meinem Material bestätigt fand,

<sup>1)</sup> Im Frühjahr erscheint sie bisweilen massenhaft in beiden Gewässern.

scheint ein scharfer Gegensatz gegenüber den nachfolgenden Arten zu bestehen, der aber doch mit Rücksicht auf die Zusammengehörigkeit der Arten und aus prinzipiellen Gründen mir unverständlich geblieben ist.

*Uroglenopsis europaea* PASCHER.

a) Morphologisches.

Die von PASCHER 1910 a S. 4 und dann 1910 b S. 54, Taf. III, Fig. 28 beschriebenen und sehr schön abgebildeten Arten, habe ich wiederholt aus Netz- und Zentrifugenfängen völlig frisch erhalten und beobachten können. Ich lege Wert auf diese Umstände und betone, daß die Zellen in der kühlen Herbstzeit nie länger als etwa 4—7 Minuten im warmen Zimmer unverändert bleiben. Man muß daher den Fang oder das zu zentrifugierende Wasser in Thermosflaschen oder sonst wie kühl aufbewahren. Damit finden einige Ergänzungen zu PASCHER'S Angaben ihre Erklärung.

Die Beschreibung PASCHER'S stimmt genau auch auf die Donauformen. Eine Ergänzung bedarf sie nur hinsichtlich des Stigma. Dieses ist im völlig frischen Material stets

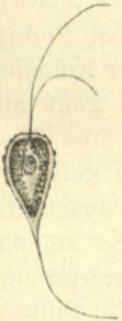


Fig. 11.

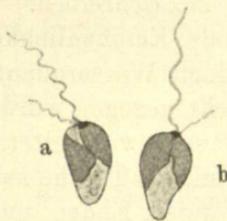


Fig. 12.

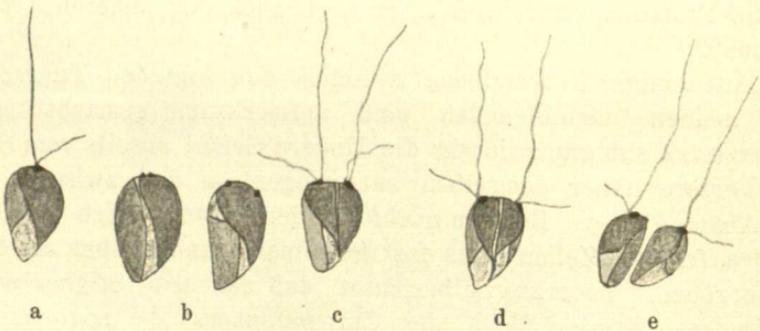


Fig. 13.

Fig. 11. *Synura wella*, Schwärmzelle. Vergr. 510 $\times$ .

Fig. 12 a, b. *Uroglenopsis europaea*. Vergr. 510 $\times$ .

Zwei vegetative koloniale Zellen.

Fig. 13 a—e. *Uroglenopsis europaea*. Vergr. 510 $\times$ . Teilung einer kolonialen Zelle.

sichtbar, wird aber bei Schädigung des Zellzustandes fast farblos. Es ist sehr klein (Fig. 12, 13), aber intensiv rot gefärbt. Von dem nur wenig vorspringenden Augenflecke ist stets fast nur das rote Pigment

sichtbar (siehe die Fig. 12—13), während der Linsenkörper bei Vergrößerungen bis  $1000\times$  nur schwach entwickelt erscheint. Betreffs der Zellform sei noch erwähnt, daß sie nach rückwärts stärker verschmälert ausgeht als dies PASCHER zeichnet. Auch dieser Unterschied ist nur am absolut lebend frischen Material zu beobachten.

#### b) Vermehrung der Zellen in der Kolonie.

a) Die Bildung vegetativer Zellen durch Teilung setzt in den Nachmittagsstunden im November nach  $\frac{1}{2}$  3 Uhr ein und dauert 20—30 Minuten bei Zimmertemperaturen von etwa  $10-12^{\circ}$  C. Eingeleitet wird der Vorgang durch die Teilung des Stigmas, danach sich eine helle Zone bildet, die die Chromatophoren der Mutterzelle scheidet. Durch eine unregelmäßig verlaufende Teilungslinie zerfällt jeder in zwei meist wohl ungleich große Stücke, die aneinander vorbeigleiten (Fig. 13), und die normale Lage dann einnehmen. Während des Ablaufes der Teilung waren Geißeln nicht zu sehen. Erst während der letzten Phasen treten sie auf (Fig. 13 b, c). Die beiden Tochterzellen weichen nun auseinander und bleiben im kolonialen Verbands Nachbarzellen.

#### β) Bildung von vier Schwärmzellen (Schwärmsporen).

Waren an den Beobachtungstagen die Zimmertemperaturen mit der des Wassers gleich oder nur um  $1-2^{\circ}$  verschieden, so blieben die Kolonien in den Corischen Planktonschalen stundenlang völlig frisch. Hierbei trat mehrmals Schwärmsporenbildung auf (Fig. 14, a—d). Bei derselben verläuft der Teilungsvorgang zunächst genau so, wie er eben oben geschildert wurde. Die beiden Tochterzellchen strecken sich jedoch nicht, sondern teilen sich sofort wieder, runden sich dann kugelig ab und es macht den Eindruck, als würde von der Mutterzelle her eine Hülle oder ein Hohlraum in der Gallerte übrig bleiben, innerhalb deren sie langsame Drehungen ausführen, sobald sie Geißeln besitzen. Nach deutlicher Geschwindigkeitszunahme der Bewegungen schwärmt zunächst die eine und bald darauf kommen auch die anderen heraus. Auch während der lebhaften Bewegung bleibt ihre kugelige Gestalt erhalten. Bis zu  $1\frac{1}{2}$  Stunden konnten diese Schwärmzellen am Leben erhalten bleiben. Veränderungen gingen keine vor sich und ihr weiteres Schicksal blieb unbekannt.

#### c) Die Vermehrung der Kolonien.

In den erwähnten Planktonschalen spielte sich ein überaus interessanter Vorgang ab. Man bemerkt an Kolonien, die sonst in keiner Weise Besonderheiten zeigen, wie plötzlich in einem bald

größeren bald kleineren Bezirke der kugeligen Kolonie etwa 10—20 Zellen lebhaft hin und her pendelnde Bewegungen ausführen, sich dadurch aus der wahrscheinlich schon veränderten Gallerte herausarbeiten und nach wenigen Minuten dringen sie aus ihr heraus und der braungelbe Schwarm vegetativer Zellen schwärmt in fast geschlossenem Verbände aus. Dabei fiel ihre langsame Bewegung gegenüber den oben beschriebenen Schwärmsporen sofort in sehr auffälliger Weise auf. In dem mit vielerlei Organismen gefüllten Wasser der Planktonschalen kam es zwar meist alsbald zu einer Absplitterung einzelner Schwarmzellen. Die beisammen blieben, setzten sich an der Wand der Glasschale oder an einem tierischen oder pflanzlichen Körper an. An solchen Individuen fiel bei schiefer Beleuchtung oder bei Betrachtung im optischen Querschnitte ein zarter Saum auf und es schien, als würden die Individuen eines solchen Schwarmes eine dünne Schleimhülle mitbringen oder ausbilden. Diese ließ sich mit Toluidinblau tatsächlich nachweisen, wobei die Hülle genau den gleichen rotvioletten Farbton annahm wie die Gallerte der Kolonie. In mehreren Fällen sah man das Wachstum der individuellen Schleimhüllen und deren Verschmelzen zu einer die hintere Hälfte der Schwarmzellen einhüllenden gemeinsamen Gallerte. Es dürfte damit eine Möglichkeit zur Entstehung von Kolonien bei *Uroglenopsis* gegeben sein. Eine zweite Möglichkeit liegt in den oben besprochenen Schwärmsporen vor und die dritte aus den keimenden Cysten. Durchschnürung der Gallertkugeln wurde an frischem Material nie gesehen. Eine in dieser Weise erfolgende Teilung der Kolonie ist im Hinblick auf die Gallerte vom mechanischen Standpunkte schwer vorstellbar.

Bei mehr als halbstündigem Beobachten der Kolonien unter von der des Teichwassers abweichenden Temperaturen geht fast regelmäßig die Kugelgestalt der lebend frischen Kolonie in eine langgestreckt ovale Form über. Bevor aber diese Formänderung eintritt, sterben bereits größere Mengen der Zellen ab, so daß also erst die geschädigte Kolonie ihre Form ändert. Im Weiterverlauf kommt es dann auch zu einem Zerfließen in zwei oder drei unregelmäßig geformte Gallertmassen, die kaum noch eine einzige lebende Zelle enthalten. Den Beweis hierfür ersieht man stets leicht an den grünlich verfärbten Chromatophoren.

#### d) Cystenbildung.

Die wie oben gesagt bei etwa 8° C Wassertemperatur auftretenden Kolonien bilden bei Temperaturen unter 4° die Cysten

aus und dann liegen in wechselnder Zahl kugelige, mit einer sehr distinkten Hülle umgebene Dauerzellen, die Cysten, die auf einer Seite die Chromatophoren und den größten Teil des Plasmas konzentrieren, während ein kleinerer Raum fast völlig hyalin erscheint. Einen deutlichen Porus oder eine sonstwie differenzierte Membranstelle fiel nicht auf, wird jedoch vorhanden sein.

*Uroglenopsis europaea* wurde von PASCHER nur ein einziges Mal in wenigen Exemplaren im Hirschberger Großeiche in Böhmen gefunden. In den beiden Altwässern kommt die Art hauptsächlich im Magenscheinwasser und in dem im Prater gelegenen Heustadelwasser vor, das ebenfalls ein Altwasser der Donau ist. Daß sie ebenso wie *U. americana* im Herbst und Frühjahr auftritt, ging aus den Beobachtungen hervor. Im Herbst verschwindet sie bei Abkühlung des Wassers auf 5° C, im Frühjahr nach oben hin bei Temperaturen von 12° an. Die optimale Temperatur liegt bei 7–8°, bei 12 bzw. 5° hört ihre Vegetation auf. Pro Liter wurden 2–9 Kolonien beobachtet.

*Uroglenopsis botrys* PASCHER. (Fig. 15–18.)

(Syn. *U. acuminata* REVERDIN).

Zu wiederholten Malen kam die vorige Art mit *U. botrys* zu gleicher Zeit in den Altwässern vor. Dies trifft sich häufiger im Herbst in den Monaten Oktober–November als im Frühjahr vom März bis April. Die außerordentliche Empfindlichkeit gegen stärkere Temperaturveränderungen sowie die für die vorherige Art angegebene den Beginn und die Länge des Auftretens bestimmenden Temperaturen gelten auch für diese Art.

Daß *U. botrys* und *U. acuminata* den gleichen Organismus bezeichnen, ergab sich aus der Beobachtung reichlichen Materiales aus verschiedenen Zeiten. PASCHER stellte

1910 b p. 51 diesen Organismus zu *Ochromonas*, betonte aber in seiner Arbeit wiederholt seine Zweifel an der vorgenommenen Einteilung. „Die vorbeschriebene Chrysomonade stelle ich nur mit allem Vorbehalte zur Gattung *Ochromonas*. Ich hatte nie genügendes Material, um sie gründlich zu untersuchen“ (l. c. p. 51). Sie wurde von REVERDIN 1919 in ausgezeichneter Weise in Wort und Bild dargestellt. PASCHER

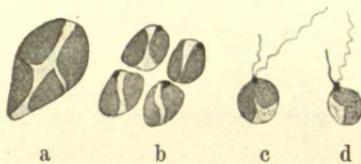


Fig. 14 a–d. *Uroglenopsis europaea*.  
Vergr. 670×.

Bildung der Schwärmersporen. a Mutterzelle, b die aus der Mutterzelle durch zwei sukzessive Teilungen gebildeten vier Tochterzellen. c, d zwei auschwärmende Schwärmersporen.

lag seiner Darstellung nach zu schließen für seine Zeichnung auch kein lebendes Material vor, da keine Zelle in der gezeichneten Kolonie der anderen gleicht. Dies ist ein typisches Zeichen für langsames Absterben oder Konservierung mit Formol. Ein solches Bild wäre denkbar, wenn es sich um stark metabolische Zellen handelte, doch der Autor sagt selbst in der Diagnose: „Zellen nicht metabolisch.“ Es fehlen in der Zeichnung die Geißeln wie der Augenfleck. Auch das stimmt mit meinen Erfahrungen an absterbendem bzw. totem Material. Da die lebendfrischen Kolonien stets kugelig sind, so ist auch die von PASCHER gegebene ovale Form der Kolonie ein Beweis für die Schädigung oder deren Tod.

Die morphologischen Angaben von REVERDIN sind so vollständig, daß ich ihnen nichts Wesentliches beizufügen brauche. Wenn REVERDIN die Kolonien als scheibenförmig mit unregelmäßigem Umriss beschreibt, so gilt das natürlich für die nicht mehr intakten Kolonien auch nach meinen Beobachtungen. Die Gallerte ist nämlich

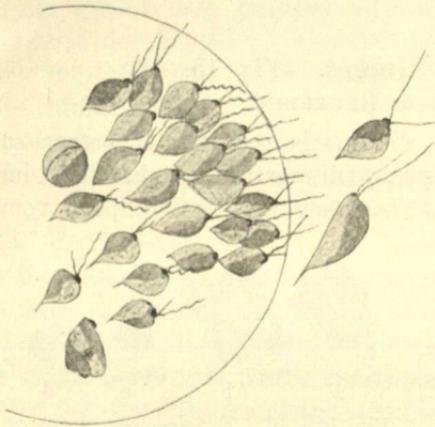


Fig. 15. *Uroglenopsis botrys* PASCHER  
(= *U. acuminata* REVERDIN). Vergr. 400 $\times$ .  
Teil einer Kolonie mit zwei ausgeschwärmten  
vegetativen Zellen.

bei dieser Art weicher und damit plastischer als bei der vorigen. Deformierung der Kolonie im Netzfange geht leicht und rasch vor sich, besonders bei hohen Temperaturen in einem reichen Fange. REVERDIN beobachtete im August 1918 im Genfer See. Zwischen der Fangzeit draußen auf dem See und der mikroskopischen Betrachtung im Laboratorium wird eine geraume Zeit liegen, so daß Schädigungen bei der großen Empfindlichkeit dieses Organismus unvermeidlich waren.

Wenn wir alle diese Momente in Anschlag bringen, so sind die oben mehrfach betonten Abweichungen zwischen PASCHER und REVERDIN durchaus verständlich und ich führte sie an, um für meine Überzeugung, daß es sich um dieselbe Art handelt, die Grundlage zu schaffen.

An lebend frischen Material fällt der Augenfleck durch Größe und intensive Färbung angenehm auf (Fig. 15, 16). Es lag mir bis nun keine andere Chrysomonade mit einem ähnlich schönen Stigma

vor. Stets tritt es halbkugelig über die Zellkontur hervor. Dies hängt mit der starken Ausbildung des Linsenkörpers zusammen, der eine konvex konkave Gestalt hat (nach außen konvex, nach innen konkav). Der Umriß ist oval und auf ihr liegt die intensiv dunkel karminrote Pigmentschicht (Fig. 14, 15). Die Übereinstimmung mit den Stigmen der Schwärmosporen höherer Algen, z. B. von *Ulva*, *Cladophora* ist damit morphologisch gegeben.

### Vermehrung der Zellen.

Die Bildung eines neuen Augenflecks ist immer das deutlichste Zeichen der beginnenden Zellteilung, die auch hier in den Abendstunden lebhaft vor sich geht, aber an den dunklen Herbsttagen

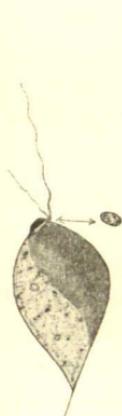


Fig. 16.

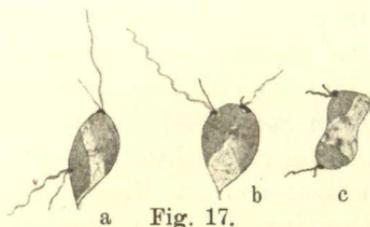


Fig. 17.



Fig. 18.

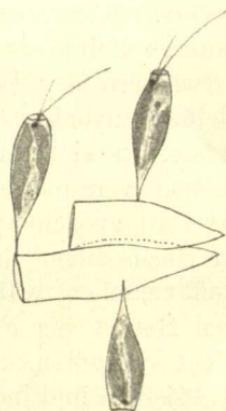


Fig. 19.

Fig. 16. *Uroglenopsis botrys* PASCHER. Vergr. 800  $\times$ .

Augenfleck mit Linse zeigend.

Fig. 17 a—c. *Uroglenopsis botrys*. Vergr. 510  $\times$ . Teilung der kolonialen Zellen.

Fig. 18. *Uroglenopsis botrys*. Vergr. 670  $\times$ .

Cyste mit sehr zarter Kieselhülle und einseitig gelagerten Protoplasten.

Fig. 19. *Dinobryon utriculus* STEIN var. *acutum* nov. var.

auf *Dinobryon sertularia* aufsitzend. Vergr. 800  $\times$ .

bereits von  $\frac{1}{2}$  4 Uhr an in Fluß kommt. Der neue Augenfleck entsteht durch Teilung innerhalb 5—7 Min. aus dem alten. Es sieht so aus, als würde der alte förmlich in zwei auseinanderfließen. Zugleich hat sich auch der Chromatophor geteilt und an jedem sitzt dann ein Stigma (Fig. 17). Neben dem jungen Stigma entspringen sofort die beiden Geißeln. Die beiden Chromatophoren wandern mit Stigma und Geißeln seitlich gegen das spitze Körperende (Fig. 17) und dann geht die Teilung des Protoplasten schief zur ursprüng-

lichen Längsachse der Mutterzelle vor sich (Fig. 17). Bei *U. europaea* verläuft die Teilungsebene entweder genau in der Richtung der Längsachse oder weicht nur wenig von ihr ab.

Schwärmsporenbildung, Vermehrung der Kolonien durch Ausschwärmen von kolonialen Zellen und Cystenbildung wie bei voriger Art.

Vegetationszeit. In den beiden Altwässern lebt *U. botrys* im Herbst von Mitte Oktober an bei Temperaturen von 9° bis zum Eintritt kalten Wetters und Wasserabkühlung auf 5° C. Dann verschwindet sie und kehrt erst im Frühjahr in geringerer Menge als im Herbst wieder. Die thermischen Grenzen hat sie mit *U. europaea* gleich. Da REVERDIN im Genfer See diese Art im Mai und besonders häufig im August fand, verhalten sie sich anscheinend thermisch anders. Wahrscheinlich wird sie sich auch im Genfer See noch zu anderen Zeiten finden. Das zeitlich verschiedene Auftreten in den Altwässern der Donau könnte damit zusammenhängen, daß diese kleinen eutrophen Gewässer im Sommer eine sehr geringe O-Spannung haben, die sich an heißen Tagen deutlich an dem durch Sauerstoffmangel veranlaßten Emporkommen der Fische an die Oberfläche, um Luft zu schnappen, kundgibt. Im Genfer See ist jedenfalls auch im Hochsommer das Wasser bis zum Sättigungspunkte mit Sauerstoff versehen, während es in meinen Untersuchungsgebieten gerade vom Herbst bis Frühjahr am sauerstoffreichsten ist. Es läßt sich leicht vorstellen, daß Anhäufungen auf kleinstem Raume von 200 bis 600 Zellen in einer Gallertkugel von 100—300  $\mu$  Durchmesser in einem Wasser, welches zugleich auf das dichteste mit anderen Autotrophen belebt ist, nur in einem an Sauerstoff- und Kohlendioxyd reichen Medium günstige Lebensbedingungen findet. Wenn Volvox im Sommer in kleinen stark erwärmten Teichen oder Tümpeln vorkommt, so tritt er fast immer nahezu in Speziesreinkultur auf, verschwindet aber meist nach kurzer Zeit. Sauerstoff und Kohlensäure stehen ihm allein zur Verfügung.

Die Berücksichtigung der Temperatur als biologischen Faktor und ihre Einwirkung auf Beginn und Verlauf der Vegetationszeit pflanzlicher Organismen verlangt äußerste Kritik, wie schon oben betont wurde, und stets muß an die mit ihr gekoppelten trophischen Faktoren O und CO<sub>2</sub> gedacht und ihr besonderer Einfluß erwogen werden.

Die Familie der Lepochromadinae ist im Herbst durch *Dinobryon* und *Kephyriopsis* vertreten. Letztere kommt erst im Januar—Februar zur Vollentwicklung.

***Kephyriopsis* PASCHER u. RUTTNER.**

Von *Kephyriopsis* treten *K. ovum* und *K. ellipsoidea* hauptsächlich in manchen Jahren fast ausschließlich im Magenscheinwasser auf. In Wintermonaten ohne Eisbildung bei Temperaturen von 5—9° zeigen sie Massenentwicklung, bei deren Eintritt die bis jetzt bei dieser Gattung noch unbekannte Vermehrung durch Sprossung sehr reichlich zu beobachten ist (Fig. 20, 22 und 23), die bei allen Arten studiert werden konnte.

Zunächst tritt nach Teilung des Chromatophors und Verlust der Geißeln (ob immer?) Plasma als Bläschen aus dem Gehäuse heraus. In die langsam größer werdende Plasmablase dringt der Tochterchromatophor (Fig. 20 c, d) ein. Zugleich bilden sich nun die Geißeln und die Grundlage der Gehäuse aus (Fig. 20 e, f). Die Geißeln stehen häufig fast horizontal zur Längsrichtung der Zellen ab. Merkwürdig erscheint das noch durch einen Plasmaschlauch bewirkte Beisammenbleiben der beiden Individuen auch nach Ausbildung des jungen Gehäuses durch anscheinend längere Zeit. Die Dauer des ganzen Vermehrungsvorganges bis zur Trennung dürfte 6—8 Stunden betragen. Der Austritt der Plasmablase beginnt schon häufig in den ersten Nachmittagsstunden.

Auch ein Ausschwärmen der Protoplasten aus dem Gehäuse kommt oft vor (Fig. 21).

Die vegetative Vermehrung durch Sprossung ist, nach einigen Hinweisen in der Literatur, in der Chryomonadengruppe eine wahrscheinlich verbreitete Erscheinung. PASCHER erwähnt sie in der Süßwasserflora Heft 2, Flagellatae II p. 34 für *Mallomonas* und nach brieflicher Mitteilung soll sie auch bei *Dinobryon* vorkommen. Bei keiner der beiden Gattungen konnte ich Sprossung bisher beobachten. Klare Angaben mit Zeichnungen liegen in der Literatur nur von LAUTERBORN für *Palatinella* vor (1906).

***Kephyriopsis cincta* spec. nov. (Fig. 20 a—f, Fig. 21.)**

Domus cellulae tam lata quam longa vel aliquid longius, ornata cum duabus limis crassiusculis. Longit. 6—7  $\mu$ , lat. 6  $\mu$ .

Gehäuse so weit als breit, oben verschmälert, mit zwei sehr dünnen, etwas eingekerbten Verdickungsstreifen versehen, schwach gelblich gefärbt bis ungefärbt. Netzartige Skulptur nicht zu sehen.

Ort: Alte Donau.

Vegetationszeit: Dezember bis März.

Soz. Verh.: reichlich; mitbestimmend; einzeln. Mesosaprob.

*Kephyriopsis conica* spec. nov. (Fig. 22 a—e.)

Domus conica, in partem anteriorem angustior.

Long. 5—6  $\mu$ , lat. 5—7  $\mu$ .

Gehäuse konisch, nach vorn ein wenig eingezogen, am breitesten Teile mit einem Verdickungsringe.

Sonst mit den Merkmalen der Gattung.

Länge 5—6  $\mu$ , Breite 5—7  $\mu$ .

Ort: Alte Donau bei Wien.

Vegetationszeit: Dezember bis März.

Soz. Verh.: reichlich; mitbestimmend; einzeln.

Mesosaprob. Stenotherm.

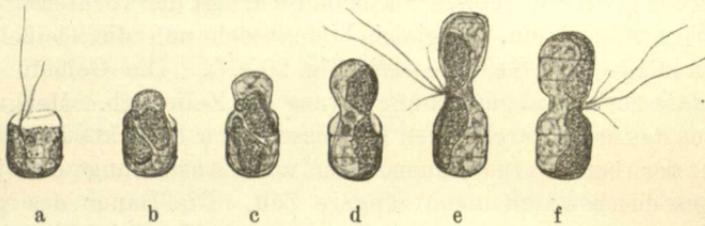


Fig. 20 a—f. *Kephyriopsis cincta* spec. nov. Vergr. 990  $\times$ .

a Vegetative Zelle, b—f Neubildung der Tochterzelle durch Sprossung aus der Mutterzelle.

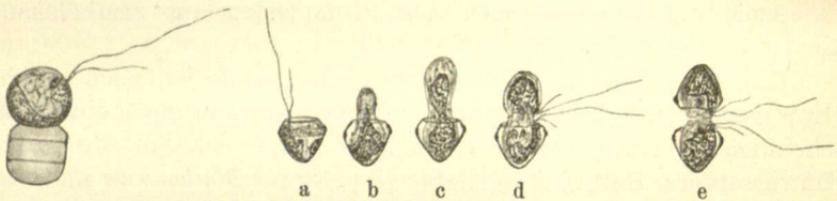


Fig. 21.

Fig. 21. *Kephyriopsis cincta* spec. nov. Vergr. 990  $\times$ .

Ausschwärmen des Protoplasten aus dem Gehäuse.

Fig. 22 a—e. *Kephyriopsis conica* spec. nov. Vergr. 990  $\times$ .

a vegetative Zelle. b—d die Zellvermehrung erfolgt durch Aussprossen.

*Dinobryon utriculus* STEIN, var. *acutum* nov. var. (Fig. 19.)

Gehäuse schmal spindelig, in der Mitte stärker ausgebaucht, nach vorn sich ein wenig, nach rückwärts stärker verschmälernd und in eine dünne Spitze auslaufend. Gehäuse 22  $\mu$  lang, 6  $\mu$  breit. Diese Varietät kommt auf den großen *Dinobryon*-Kolonien als Epyphyt vor.

Folgende Arten von *Dinobryon* treten bald in diesem, bald in jenem Herbstmonat meist spärlich, doch auch bisweilen plötzlich massenhaft auf, verschwinden jedoch zum großen Teil bei Tempera-

turen unter 4°: *Dinobryon sertularia*, *D. sociale*, *D. stipitatum*, *D. divergens*.

### *Cryptomonadinae.*

Neben einer Anzahl von 3—4 noch nicht genügend erkannten Arten treten folgende *Cryptomonas*-Arten auf: *C. erosa* STEIN, *C. ovata* EHRENBERG, *C. nasuta*, PASCHER, *C. tenuis* PASCHER, *C. obovoidea* PASCHER (Fig. 26), *C. caudata* spez. nov., *C. brevis* spez. nov.

Im stark erwärmten und sauerstoffarmen Wasser der Monate Juli bis Mitte September fehlen die Cryptomonaden in warmen Sommern ganz, erscheinen von Mitte September an spärlich und spielen erst eine Rolle, wenn von Anfang November das Wasser sich unter 8° abkühlt. Jedes Jahr ist die parallel mit der Abkühlung laufende Steigerung der Cryptomonaden eine absolut regelmäßige Erscheinung. Ihren dominierenden Anteil an der Bevölkerung erreichen sie bei Temperaturen von 6—4°, die normalerweise Anfang Dezember erreicht werden. Während des ganzen Herbstes und Winters sind die Cryptomonaden bei diesen Temperaturen zur Ausbildung von Hochproduktionen jederzeit befähigt, besonders bei steigendem Wasser. Im Karpfenwasser entzieht bisweilen *Asterionella* den Cryptomonaden Lebensraum und Nährstoffe so vollständig, daß sie erst beim Nachlassen der Asterionellen die Möglichkeit zu ihrer Entwicklung finden, die dann im selben Tempo aufwärts geht, als die *Asterionella* abwärts geht. Der Wechsel der einen Hochproduktion durch die andere ging mehrmals innerhalb 9 Tagen vor sich, also in sehr kurzer Zeit.

Ihrer übermäßigen Entwicklung wirken einerseits die von Anfang Dezember an schnell wuchernden Trachelomonaden entgegen, die mit ihnen um die Nährstoffe konkurrieren, andererseits die bei denselben Temperaturen massenhaft gedeihenden Protozoen neben geringeren Mengen Rotatorien und Cladoceren, die sie massenhaft vertilgen. Die Protozoen fressen hauptsächlich die Trachelomonaden und die kleinen Chryso- und Cryptomonaden, während die Cladoceren um diese Zeit hauptsächlich nur *Cryptomonas* zehren. Man sieht deutlich ein gewisses Auswahlvermögen dieser Tiere, das von der Art ihres Fangapparates abhängt (STORCH 1925). Die im Grundschlamm in Mengen lebenden Muscheln nehmen dagegen wahllos das pflanzliche Plankton in sich auf.

Meine hauptsächlich auf die biologischen Phänomene gerichteten Untersuchungen hielten mich bisher ab, auf die systematischen Eigentümlichkeiten der Cryptomonaden einzugehen. Solche Studien sind

gerade bei dieser Gattung sehr zeitraubend. Es folgen daher hier nur zwei auffällige und genügend erkannte neue Arten.

1. *Cryptomonas brevis* spec. nov. (Fig. 24.)

Cellulae singulares, libere natantes, in aspecto ventri late ovi-formes, in medio latissimae, in partem anteriorem et posteriorem in acutum exeuntes, linea dextra plus curvata et in parte anteriore cum angulo. Dorsum paulum curvatum; sulcus paulum in dorsum transeuntes et in ventro usque ad partem mediam pertinens. Fauces ad partem mediam cellulae pertinens. Long. 25—30  $\mu$ , lat. 18—20  $\mu$ .

Zellen einzeln lebend, freischwimmend, in Ventralansicht, breit eiförmig, am breitesten in der Mitte, nach vorn und rückwärts verschmälert, die rechte Seitenkontur stärker gekrümmt als die

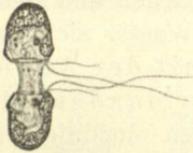


Fig. 23.



Fig. 24.

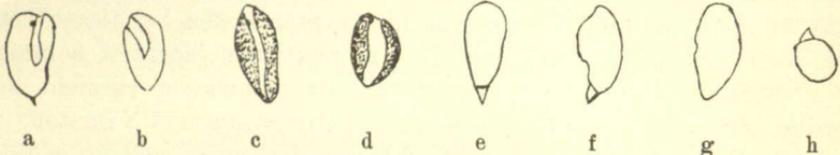


Fig. 25.

Fig. 23. *Kephyriopsis ovum* PASCHER und RUTTNER. Vergr. 990 $\times$ .

Die Tochterzelle durch Sprossung aus der Mutterzelle (unten) entstanden.

Fig. 24. *Cryptomonas brevis* spes. nov. Vergr. 510 $\times$ .

Fig. 25 a—h. *Cryptomonas caudata* spec. nov. Vergr. 510 $\times$ .

linke und vorn ein stärker vorgezogenes Eck bildend. Dorsal mäßig gebogen, Furche wenig auf den Rücken gehend und ventral bis knapp zur Mitte reichend. Schlund bis zur Zellmitte hinabgehend. Chromatophor gelbbraun. Geißeln am Schlundrande stehend etwas länger als die halbe Zelllänge. Länge 25—30  $\mu$ , Breite 18—20  $\mu$ .

Ort: Altwässer der Donau.

Vegetationszeit: November bis März oft massenhaft, 200—500 Zellen pro Kubikzentimeter.

Soz. Verh.: reichlich, mitbestimmend, einzeln.

2. *Cryptomonas caudata* spec. nov. (Fig. 25 a—h).

Cellulae singulares, libere natantes, longiores quam latae, in partem posteriorem paulum angustiores et subito in caudiculum exeuntes, e transverso in orbem actae, linea sinistra plus arcuata,

in parte anteriore utrimque pariter alta; sulcus sub partem mediam cellulae pertinens. In parte media sulcus parvus transversus. Long. 14—17  $\mu$ , lat. 8  $\mu$ .

Zellen freischwimmend, viel länger als breit. In Ventralansicht, sich nach rückwärts nur wenig verschmälernd und plötzlich in ein flaches Anhängsel ausgehend, das dabei von der Kante sichtbar wird, im Querschnitt fast kreisrund, linke Seitenkontur stärker als die rechte gekrümmt, vorn zwischen der Furche beiderseits gleichhoch oder höchstens links etwas höher. Furche bis unter die Zellmitte reichend, zuerst dorsal, dann ventral gekrümmt. Ventral unter der Mitte eine quergerichtete und nach den beiden Seiten seicht auslaufende Furche. Länge 14—17  $\mu$ , Breite 8  $\mu$ .

Ort: Alte Donau. Magenschein- und Karpfenwasser.

Vegetationszeit: Dezember—Januar.

Soz. Verh.: reichlich, mitbestimmend, einzeln.

Von anderen Cryptomonaden sind erwähnenswert: *Protochrysis*- und *Nephroselmis*-ähnliche braungelb gefärbte Zellen, die im Herbstwasser besonders bei Temperaturen unter 5° alljährlich in großen Mengen auftreten. Über sie soll bei Besprechung der Wintervegetation berichtet werden.

#### Anhang.

##### Formänderung von *Cryptomonas* bei Centrifugierung.

Wenn man nach Centrifugierung bei hohen Umdrehungen (etwa 2000 pro Min.) das Sediment rasch auf den Objektträger bringt und schnell beobachtet — es darf zwischen dem Aufhören der Centrifugierung und der mikroskopischen Beobachtung nur eine Zeitspanne von 1—1½ Min. liegen — so beobachtet man häufig einige *Cryptomonas*-Zellen, deren mittlerer Zelleib oft haardünn ausgezogen ist (Fig. 27). Sehr bald bemerkt man aber, daß die Individuen wie ein ausgezogener Gummischlauch sich plötzlich wieder zu ihrer normalen Gestalt zusammenziehen und davon schwimmen. Im ausgezogenen Zustande sind die Individuen ohne Bewegung. Das nachherige ganz normale und lebhaftes Schwimmen beweist, daß die Zellen durch die gewaltsame Gestaltänderung keine Schädigung ihres normalen Zustandes erlitten.

##### *Eugleninae.*

Während der gesamten achtjährigen Untersuchungszeit trat im Herbst *Euglena* entweder gar nicht oder völlig untergeordnet auf. Hingegen fehlen *Trachelomonas*-Arten nie und meist liefern sie mehrmals

im Jahre Hochproduktionen. Die Bedeutung dieser Gattung für die Ernährung der Planktontiere ist sehr groß. Die größten Völker werden im Herbst oft von *Trachelomonas volvocina* (Fig. 28) gebildet, neben der natürlich noch einige andere Arten auftreten.

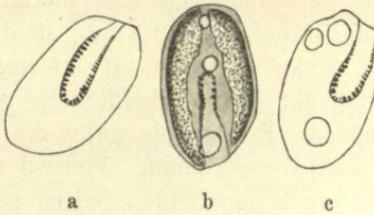


Fig. 26.

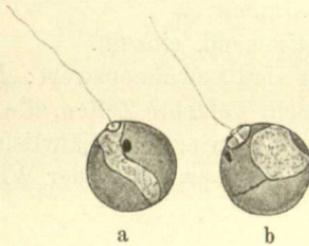


Fig. 28.



Fig. 27.

Fig. 26. *Cryptomonas obovoidea* PASCHER. Vergr. 510 $\times$ .

Fig. 27. *Cryptomonas ovata*. Vergr. 860 $\times$ .

Wirkung der Zentrifugierung. Die Zelle ist lang ausgezogen und nimmt rasch wieder die normale Gestalt an.

Fig. 28 a—b. Vergr. 510 $\times$ .

a *Trachelomonas volvocina*. Hauptart mit einfacher Geißelspore.

b *Tr. volvocina* var. *scutella* nov. var.

Die Sammelspezies *Trachelomonas volvocina* erscheint in der Literatur bereits in einige Varietäten zerlegt (s. LEMMERMANN in PASCHER, Süßwasserflora, Heft 2, S. 146), wobei die Bildung der Geißelöffnung das unterscheidende Merkmal darstellt. In der Fig. 28 a, b gebe ich die Normalform mit einfacher Gehäusemündung, sowie die neue Varietät *scutella* var. nov.: Gehäuse wie bei der Hauptform, Mündung des Gehäuses schalenförmig vertieft und auf der Mitte der Vertiefung ein kurzes Röhrchen aufsitzend, durch das die Geißel austritt.

### Dinoflagellata.

Sobald das Wasser im Laufe des November auf unter 8° dauernd abgekühlt ist, tritt alljährlich unfehlbar *Gymnodinium tenuissimum* LAUTERBORN auf, die schon der Entdecker und später SCHILLING und andere als

stenotherme Kaltwasserform erkannten. Diese große durch zahlreiche prachtvoll goldgelbe Chromatophoren ausgezeichnete Art erleidet bei Temperaturerhöhung sogleich weitgehende Gestaltsveränderung, die schon bei LAUTERBORN zu einer die wahre Gestalt nicht entfernt wiedergebenden Zeichnung Veranlassung gab. Auch die in neuerer Zeit von I. WOLOSZYNSKA gegebene Zeichnung gibt sie nicht wieder (s. 1912 T. XI Fig. 7—9, T. XII Fig. 1—4), so daß ich mich bemühte, die richtige Gestalt einmal im Bilde festzuhalten (Fig. 29 a—e). Daß diese Art natürlich durch Konservierung völlig verändert wird, ist nach dem Gesagten verständlich.

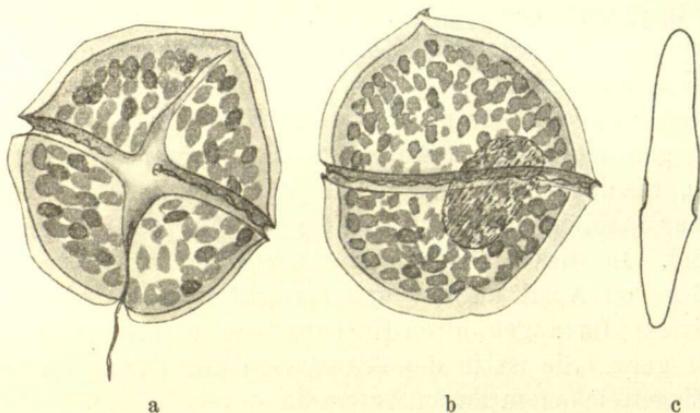


Fig. 29 a—c. *Gymnodinium tenuissimum* LAUTERBORN. Vergr. 510 $\times$ .  
a Ventralansicht, b Rückenansicht, c Profilan-sicht.

Das in Fig. 38 dargestellte *Gymnodinium* spec.? wird bei Behandlung des Winterplanktons besprochen werden.

### *Glenodinium polonicum* WOLOSZ.

Eine zweite regelmäßig im Herbstwasser mit der vorigen vergesellschaftete Peridinee dürfte identisch mit *Glenodinium polonicum* sein. Gestalt und Größe stimmen mit meinen Exemplaren überein. Die Querfurche finde ich freilich nicht so stark linkswindend wie WOLOSZYNSKA sie zeichnet. Es besitzt Chromatophoren von brauner Farbe, die leicht in einen großen braunen Klumpen sich zusammenballen. Diese Art ist von Mitte Oktober bis Mitte März mit etwa 200 Individuen pro Liter vertreten.

Ein *Glenodinium* spec. nov. (Fig. 37) wird erst bei Besprechung des Winterplanktons behandelt werden. Es ist farblos, besitzt jedoch häufig einen unregelmäßigen braunen dichten Körper von unbekannter Natur.

Ebenso typische Vertreter des kalten Wassers wie aus vielen anderen Gegenden bereits bekannt, sind auch in den Altwässern der Donau *Peridinium quadridens*<sup>1)</sup>, *P. aciculiferum*, die sehr häufig sind, während *P. Willei*, *P. Lomniski*, *P. Marsoni* und *P. läve* nur spärlich auftreten. Die vier letzteren Arten beleben das Wasser in der wärmeren Herbstzeit bis zur Temperatur von 7°; die beiden ersteren treten erst bei Temperaturen unter 7° auf, bei welchen also jene schon verschwunden sind. LEMMERMANN fand *P. aciculiferum* bei Temperaturen von 12—2,9°. Hier wurden *P. aciculiferum* und *P. quadridens* bei Temperaturen über 8° noch nie gefunden. Ihr Temperatur-optimum liegt zwischen ein und 5° C. Die Frequenzzahlen zur Zeit des Maximums betragen 220—400 Zellen pro Liter. Einige nur gelegentlich auftretende Arten der besprochenen drei Gattungen erregten weder biologisches noch systematisches Interesse.

Hingegen nahm meine Aufmerksamkeit eine *Gonyaulax* voll in Anspruch, die ich schon 1915 in einem Ziegelteiche bei Wien fand und seither in allen untersuchten Ziegelteichen des Wiener Beckens wiederfand. In diesen Teichen trat *Gonyaulax austriaca* spec. nov. regelmäßig von April an auf und erreicht von Mai bis Ende Juni das Maximum. Im abgekühlten Herbstwasser verschwindet die Form dann fast ganz. Sie ist in den Altwässern der Donau im Gegensatz zu den Ziegelteichen in ihrem Auftreten unregelmäßig und stets nur seltener Planktont, den ich hier nur deswegen anführe, weil bisher als typische Vertreter dieser marinen Gattung im Süßwasser nur zwei Arten angesehen werden können, da eine von WOŁOSZYNSKA als *G. polonica* und desgleichen eine von LINDEMANN als *G. limnetica* bezeichnete neue Art nach letzterem Autor mit dem altbekannten *G. apiculata* zusammengelegt werden müssen. Unser *Gonyaulax austriaca* zeigt die typischen Merkmale der verbreiteten marinen Arten.

***Gonyaulax austriaca* spec. nov.** (Fig. 30 a, b.)

Die beiden Körperhälften von nahezu gleicher Größe. Epivalva kantig, ihre obere Hälfte deutlich aufgesetzt. Querfurche fast kreisförmig, schwach linksdrehend, Längsfurche vom Apex bis zur Endplatte der Hypovalva unregelmäßig schwach gewunden verlaufend. Hypovalva nach unten breit abgeplattet mit deutlichen aber sehr feinen Zähnen an den Nähten und deren Kreuzungsstellen. Chromatophoren zahlreich gelbbraune Platten bildend. Schwärmsporen

<sup>1)</sup> Siehe die Bemerkung S. 7.

in Einzahl aus der aufgerissenen Querfurche schlüpfend. Cysten unbekannt. 30—40  $\mu$  hoch, 25—30  $\mu$  breit. Apikalplatten 4, Interkalarplatten 0 (1?), Praecingularplatten 6, Gürtelplatten 6, Postcingulare 6, je eine hintere Interkalar- und Antapicalplatte.

Diese neue Art kann von der allerdings recht variablen *Gonyaulax apiculata* durch die eckigen Körperformen, und besonders durch die abgeplattete hintere Hälfte schon bei schwacher Vergrößerung unterschieden werden.

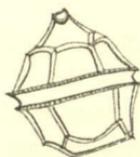
Ort: Ziegelteiche des Wiener Beckens häufig; Altwässer der Donau (spärlich).

Vegetationszeit: April bis Herbst, Maximum im April—Mai. \*

Soz. Verh.: spärlich bis reichlich, mitbestimmend bis untergeordnet; einzeln.



a Fig. 30.



b



Fig. 31.

Fig. 30 a, b. *Gonyaulax austriaca* spec. nov. Vergr. 560  $\times$ .

a junge Zelle in ventral-antapikal-Ansicht, b alte Zelle in Dorsalansicht.

Fig. 31. *Atheya Zachariasi*. Ruhespore mit Inhalt. Vergr. 1260  $\times$ .

### Bacillariaceen.

Unter den Kieselalgen, die in größeren Mengen auftreten oder sonst noch ein Interesse bieten, seien erwähnt: *Melosira varians*, die von Mitte November an auftritt und meist erst im Januar größere Volksdichte gewinnt; *Cyclotella compta*, *C. Kützingiana*. Der mit den langen Borsten mehr marin als limnisch anmutende *Stephanodiscus Hantzschii*, var. *pusilla*, erscheint im kalten Wasser von Anfang Dezember an, erreicht im Winter die größte Volksdichte und flaut im März wieder ab.

*Atheya Zachariasi* kann in ihrem Auftreten nicht sicher festgelegt werden, da sie infolge der geringen Sichtbarkeit unbemerkt bleibt. Gleiches gilt von *Rhizosolenia longiseta*.

Da die von SCHRÖDER gebrachte Zeichnung die Ruhespore ungenau wiedergibt, sei sie in Fig. 31 gegeben.

*Fragilaria virescens* bleibt während des ganzen Jahres mit geringen Unterbrechungen; ihre eigentliche Vegetationszeit liegt in der kalten Zeit, mit dem Maximum im Januar—Februar. Je stärker die verti-

kale Wasserbewegung infolge wechselnden Wasserstandes im Donaustrom sich gestaltet, um so größer ist die Volksdichte.

*Asterionella gracillima* bildet jedes Jahr im Karpfenwasser eine Massenvegetation mit braungelber Wasserfärbung in den Monaten November—Dezember von 2—3 wöchentlicher Dauer bei Temperaturen zwischen 8—0,5° C. Nie trat im Herbst Hochproduktion im Magenscheinwasser ein, darin sie zu denselben Zeiten wie im Karpfenwasser in quantitativ weitem Abstand auftritt.

### Chlorophyceen.

Während des Herbstes treten die Arten der Gattung *Chlamydomonas* sehr spärlich oder überhaupt nicht auf.

Um so größer ist der Anteil von *Eudorina elegans* an den herbstlichen Assoziationen. Ihre Vegetationszeit fällt im Jahresverlauf in die Zeit des kühlen Wassers. Sie lebt im Karpfenwasser weit zahlreicher als im Magenscheinwasser. Mitte November tritt sie auf und wuchert mit der Abkühlung des Wassers immer stärker und selbst das auf 1° abgekühlte Wasser wirkt nicht hemmend auf ihr Gedeihen. Wenn von Mitte Dezember an die Massenvegetation der *Cryptomonas*-Arten aufhört, dann steigert sich oft plötzlich ihre Volksdichte und alle Kolonien geraten sodann in lebhaft vegetative und geschlechtliche Vermehrung. Auch in den ostholsteinischen Seen hat UTERMÖHL (1925 p. 416, 417) solches Verhalten nachgewiesen. Dieser Autor fand bei einer sehr starken Wucherung am 10. Oktober 1923 die Zellen ohne Geißeln, was er auf die aktive Reaktion  $Ph = 4,8$  zurückführt. Auch ich habe einige Male die Kolonien vergeblich nach Geißeln abgesucht. Diese Erscheinung kann vielleicht mit dem bei vielen Flagellaten beobachteten Abwerfen der Geißel bei starker chemischer Reizung oder plötzlicher Veränderung des Mediums zusammenhängen. Der Verlust wurde bei dieser Pflanze auch als Folge starker Infektion durch eine Chytridiacee beobachtet.

Eine auffällige Beobachtung betrifft die Länge der Geißeln. Die jungen noch im Wachsen begriffenen Zellen der Kolonien (Fig. 33) haben im untersuchten Gebiete bis doppelt so lange Geißeln als zumeist die ausgewachsenen. So sind die in der Textfigur 33 gezeichneten Geißeln eher noch etwas länger gewesen. Sie werden mit der Entfernung von der Kolonie immer zarter und damit weniger gut sichtbar, doch konnte ich eine damit parallel gehende schnellere Bewegung der jüngeren Kolonien gegenüber den alten nicht feststellen, da die Bewegungsgeschwindigkeit beider

Stadien schnell und oft wechselt. Dabei wurde natürlich neben der Größe der Kolonien auch die Zahl der Zellen in Betracht gezogen. Ihre Blütezeit fällt bereits in den meisten Jahren in die Wintermonate und im April verschwindet sie völlig.

Während aller acht Jahre waren von Mitte November bis Mitte Februar fast alle *Eudorina*-Zellen der meisten Kolonien sehr stark von einer Chytridiacee besetzt. Zu meiner Verwunderung fand ich

in der Literatur keine Angaben über einen auf *Eudorina* lebenden Pilz und in der Meinung, daß mir eine Literaturangabe entgangen sein würde, wendete ich mich an Herrn Dr. SCHERFFEL, der mir eine eben

erschienene Arbeit von N. GIMESI über die fragliche Chytridiacee übersandte und die weitere Liebenswürdigkeit hatte, mich über den Inhalt der magyarisch geschriebenen, aber mit einem deutschen Autorreferate versehenen Schrift aufzuklären. GIMESI beschreibt sie unter dem Namen *Phlyctidium eudorinae* als neue Art. Es ist für mich sicher, daß es sich um denselben Organismus wie hier in Wien handelt. Der Autor hat sein Material aus dem Lágymányoser See hinter dem Polytechnikum in Budapest. Dieser See dürfte hydrographisch mit den Altwässern der Donau hier in Wien übereinstimmen. Der Parasit tritt hier in Niederösterreich im Donautale in allen bis jetzt von mir untersuchten Gewässern alljährlich auf. Der Autor hat leider die Arbeit von ZOPF 1884 unberücksichtigt gelassen und Herr Dr. SCHERFFEL teilte mir auch mit, daß er sowohl *Rhizophyidium appendiculatum* als auch *Rh. Braunii* nicht zum Vergleich herangezogen habe.

Schon beim erstmaligen Beobachten 1918 hatte ich den Pilz nach ZOPF für *Rh. appendiculatum* gehalten. ZOPF beschreibt 1884 p. 266 unter diesem Namen zwei deutlich verschiedene Formen, von denen die eine bei der Keimung der Schwärmsporen einen sehr kurzen Tubus treibt, der als leere Hülle später seitlich am Sporangium festsitzt. Von der anderen Form gibt er an, daß die Bildung des Keimröhrchens unterbleibt und daß jede Schwärmspore sofort eine breite zum Sporangium werdende cylindrische oder kugelige Ausstülpung treibt, so daß es nach unten stärker bauchig, nach oben aber schwach köpfchenförmig abgesetzt ist. Damit stimmt unser *Eudorina*-Parasit überein. ZOPF gibt die jüngsten Sporangienstadien für die zweite Form von *Rh. appendiculatum* nicht an.

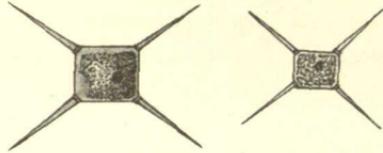


Fig. 32 a, b.  
*Lagerheimia Chodatii* BERNARD mit  
Chromatophor und Pyrenoid.  
Fig. 32 a 1130  $\times$ , Fig. 32 b 1500  $\times$ .

Als ich die jüngsten Stadien sah, gewann ich die Überzeugung, daß der Parasit mit *Rh. appendiculatum* nichts zu tun hat, aber dem *Rh. acuforme* ZOPF nahe steht, das ZOPF ebenfalls auf einer *Chlamydomonas* fand. Vorderhand halte ich es für das Beste, den PILZ im Anschluß an GIMESI als *Rhizophyidium Eudorinae* (GIMESI) SCHILLER zu bezeichnen und werde auf ihn bei Besprechung der Wintervegetation näher eingehen.

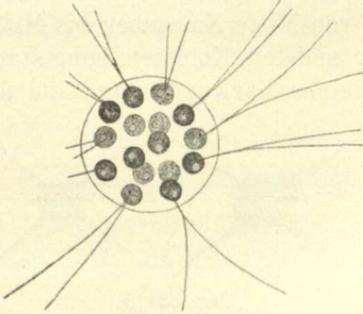


Fig. 33.

*Eudorina elegans* Vergr. 510  $\times$ .

Sehr junge Kolonie, die Zellen mit sehr langen Geißeln, davon nur einige in fast ganzer Länge wiedergegeben.

Im Herbst tritt recht spärlich eine Pflanze auf, die meines Wissens bis jetzt nur aus Java bekannt ist: *Lagerheimia Chodati* BERNARD (Fig. 32). Aus diesem Funde geht wieder die weite Verbreitung der meisten kleinen Planktonten hervor.

## 5. Quantitativer Ablauf der Herbstvegetation und einzelner ihrer Glieder.

In dem herbstlichen Chlorophyceen-Plankton bildet nur *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* meist plötzlich aufkommende und nach 14—20 Tagen wieder spurlos verschwindende Hochproduktionen mit intensiver graugrüner Wasserfärbung im Karpfenwasser, und nur einmal trat die Alge auch im Magenscheinwasser auf. Alle übrigen Chlorophyceen (= Protococcalen) treten nur untergeordnet auf. Stets leben sie im Karpfenwasser reichlicher.

Von *Pediastrum*-Arten kommen im Herbst vor:

*P. integrum* 8—15 Kolonien pro l.

*P. clathratum* SCHRÖTER-LEMMERMANN 5—9 Kol. pro l.

*P. duplex* MEYEN 20—26 Kol. pro l.

*P. Boryanum* TURPIN-MENEGHINI 20—36 pro l.

*P. tetras* 10—25 pro l.

*Tetraedron caudatum* (selten).

*Scenedesmus obliquus* (Frequenzzahlen siehe in der Tabelle).

*S. quadricauda*.

*S. denticulatum*.

*S. acuminatum*.

*S. opoliensis*.

*Crucigenia minima* (FRITSCH) BRUNNTH.

*Tetrastrum staurogeniaeforme* (SCHROEDER) LEMMERMANN.

*Ankistrodesmus falcatus* var. *aciculus*.

*Ankistrodesmus longissimus* (untergeordnet).

*Dictyosphaerium pulchellum*, selten und nur in kleinen Mengen auftretend.

*Coelastrum microporum*, zurücktretend 200—300 Zellen pro l.

a) Magenscheinwasser. (Tab. Nr. 1.)

Die Volksdichte nimmt alljährlich in ganz regelmäßigem Verlauf von Beginn des September an zunächst langsam und von Ende Oktober an schneller zu; bei Temperaturen unter 6° wird das Maximum erreicht. Für die Tabelle Nr. 1 wurden eben wegen des

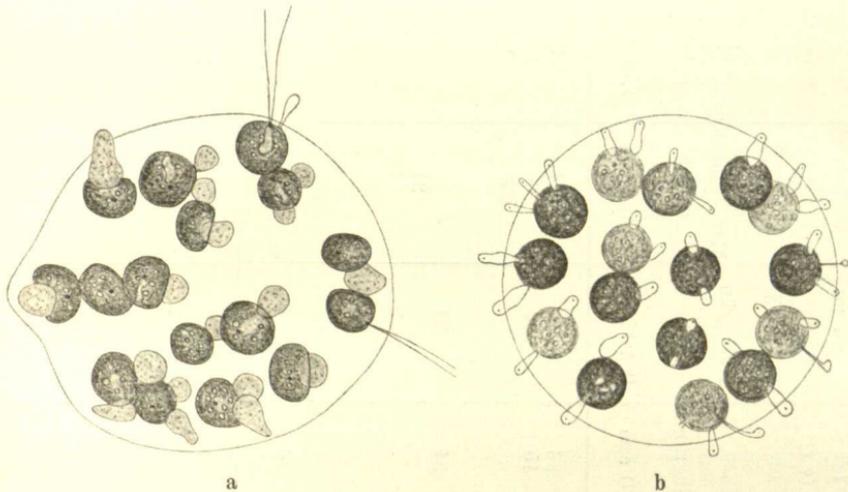


Fig. 34 a. *Eudorina elegans* mit meist fast reifen Sporangien von *Rhizophyidium eudorinae*. Zellen sind deformiert. Die Geißeln der *Eudorina*-Zellen fehlen oder sind sehr kurz. Vergr. 270×.

Fig. 34 b. *Eudorina elegans* mit jungen Stadien von *Rhizophyidium eudorinae* GIMESI (SCHILLER) Vergr. 270×.

in jedem Jahr sehr gleichmäßigen Ablaufes nur zwei Herbste und auch diese nur teilweise verwendet. Von Ende September bis Mitte Oktober beträgt die alljährliche mittlere Bevölkerungsdichte 800 bis 1000 Organismen pro Kubikzentimeter. Sie steigert sich gegen Ende Oktober auf 1600—1800. Parallel mit der Abkühlung im November hebt sie sich im raschen Tempo auf eine Frequenz von mindestens 2000—3000 Zellen. Im Dezember wird das Herbstmaximum bei Temperaturen unter 6° erreicht, das um so größer ist,

Tabelle I.

	Zeit des Fanges	15. X. 1923	4. XII. 23	11. XI. 25	18. XI. 25	9. XII. 25	16. XII. 25	16. XII. 25
Magenscheinwasser	Tiefe	0—1,5 m	0—1 m	0—1 m	0—1 m	0—10 cm	0—10 cm	überdem Grund 1,9 m
	Oberfl.-Temperatur	11° C	0,3° C	7—8° C	7—8° C	0,5° C	1° C	4° C
Alte Donau	Eis	—	8 cm Eis	—	—	13 cm Eis	15 cm Eis	15 cm Eis
	Farbe des Wassers	—	trüb grün	ziemlich klar, gelblich	gelblich	trüb gelblich- braun	gelblich	gelblich
Bevölkerungsdichte pro ccm angegeben	" des Plankton- satzes	—	grün	gelblich	gelblich	graugrün	graugrün	graugrün
	Satzvolumen von 1 l Wasser pro ccm	0,10 ccm	0,23 ccm	0,441 ccm	1,76 ccm	0,65 ccm	0,205 ccm	0,29 ccm
<i>Cryptomonas</i> -Arten		96	1240	924	1008	1996	1371	183
Unbestimmte <i>Cryptomonadinen</i>		15	32	68	103	70	26	12
<i>Dinobryon sociale</i> (Zellen)				328	62			
" <i>stipitatum</i> "					37			
" <i>divergens</i> "								
<i>Kephyrion circumvallatum</i> spec. nov.	24	30		24	103	82	32	30
<i>Synura uvella</i> (Kolonien)				6	4	3		
<i>Uroglenopsis botrys</i> ( <i>apiculata</i> ) "					3	3		
" <i>europaea</i>					3	3		
<i>Mallomonas akrokomos</i>			36		12	545	86	55
" <i>tonsurata</i>					13	48		
" <i>ovum</i>								
Übrige <i>Chrysomonadinen</i>	350	2939		989	2700	5116	2908	962
Summe der Chryso- u. <i>Cryptomonadinen</i>	485	4267		2339	4045	7863	4423	1242
<i>Euglena</i> spec.	1							
<i>Trachelomonas</i> -Arten (b. <i>T. volvocina</i> )	9	1343		297	254	2079	2365	1560
Summe der <i>Eugleninae</i>	10	1343		297	254	2079	2365	1560
<i>Peridinium aciculiferum</i>			8			8	19	2
<i>Gymnodinium tenuissimum</i>			6			8	30	2
" spec., farblos			142	5	5	381	22	32
Summe der <i>Peridineen</i>	12	156		5	5	397	71	36
<i>Anabaena delicatula</i> (Fäden)	482						41	
<i>Coelosphaerium Naegelianum</i>								
Cyanophyceen	482						41	
<i>Closterium acutum</i>			34				36	
" <i>ceratium</i>								

<i>Pediastrum Borganum</i>		18					
" <i>integrum</i>		12					
" <i>Tetras</i>		91					
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	3	96	4	21		22	
" <i>acuminatus</i>		70	4				
<i>Tetraedron caudatum</i>							
" <i>regulare</i>						7	
" spec.		18					
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i> (Zellen)		10480				11	
" <i>pulchellum</i>						15	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>							
<i>Crucigenia minima</i>							
<i>Coelastrum microporum</i>		8		27		26	
<i>Chlamydomonas</i>		60				19	25
<i>Eudorina elegans</i> (Kolonien)	11		47		35	7	5
<i>Volvox aureus</i>			261				
Chlorophyceen	14	10895	316	48	35	144	30
<i>Cyclotella compta</i>	4			2			
<i>Stephanodiscus Hantzschii</i> v. <i>pusilla</i>			2			19	3
<i>Atheya Zachariasii</i>							
<i>Melosira varians</i>	6				7		18
<i>Fragilaria virescens</i>	66	86	35	143	105		160
<i>Asterionella gracillima</i>				5		52	
<i>Synedra acus</i>	4	7			4	45	
<i>Navicula</i> -Arten	16	14	5	13	7	19	5
<i>Cymbella</i> -Arten	3			3			3
<i>Gomphonema acuminatum</i>			7				
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	3						
<i>Rhopalodia</i> spec.		2					
<i>Eunotia arcuata</i>	2						
<i>Amphora lineolata</i>	2						
<i>Achnanthes</i> spec.	1						
Sonstige Bacillariaceen		19	4	28		7	23
Bacillariaceen	107	135	46	194	123	142	212
Summe der Protophyten	1110	13978	3041	4546	10497	7186	3080
Protozoen	26	182	37	100	899	488	362
Metazoen u. Eier	0,7	0,3	0,9	3	4	15	2
Summe der Tiere	27	182	38	103	903	503	364
Summe der Protophyten	1110	13978	3041	4546	10497	7186	3080
Summe aller Organismen	1137	14060	3129	4649	11400	7689	3444
Verhältnis der Protophyten zu den Tieren	40:1	75:1	58:1	25:1	12:1	14:1	8:1

ja zum Jahresmaximum werden kann, wenn das Wasser auf 2–4° C sinkt und das Wasser eisbedeckt ist. Dieses regelmäßige Zusammenfallen der dichtesten Herbstbevölkerung mit dem Gefrierpunkt nahen Wassertemperaturen ist das auffälligste gemeinsame biologische Ereignis in den Erscheinungen beider Gewässer.

Das Magenscheinwasser erlangt normalerweise nur eine Hochproduktion, gebildet von Chryso- und Cryptomonaden, wobei bald der einen, in einem anderen Jahr der anderen Gruppe die erste Stelle zukommen kann. Im Gesichtsfelde des Mikroskopes fallen die größeren und durch ihre Färbung auffälligen Cryptomonaden stets stärker ins Auge als die weit kleineren und wenig gefärbten Chrysomonaden. Die größte von *Cryptomonas*-Arten gebildete Assoziation betrug 3000 Zellen pro Kubikzentimeter, während die durchschnittliche Dichte bei 1200 Individuen liegt. Wenn die Chrysomonaden zahlenmäßig höher gehen, so erreichen sie bei ihrer Kleinheit den Substanzwert der weit größeren Zellen der Cryptomonaden nicht. Volksdichten von 6000 Zellen pro Kubikzentimeter werden selbst im Wasser von 1/2° C unmittelbar unter der Eisschicht gezählt. Eine regelmäßige Massenvegetation bildet im Magenscheinwasser nur noch *Trachelomonas volvocina*, mit Dichten von 2000 bis 3000 Zellen; auch sie liegt im kalten Wasser (siehe Tabelle Nr. 1).

Sonst brachten es in den 8 Jahren weder Diatomeen, noch *Chlorophyceen* oder *Schizophyceen* zu dichter Vegetation. Nur ein einziges Mal blühte *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* zu gewaltiger Dichte auf, die mit über 10 000 Zellen (die Kolonie zu nur 18 Zellen angenommen) ermittelt wurde. Für die schon oben erwähnten Eigentümlichkeiten des Magenscheinwassers, daß *Anabaena* nur ausnahmsweise in manchen Jahren in größeren Mengen auftritt, ist durch eine Zählung aus dem Jahre 1923 belegt, wo 482 Fäden pro Kubikzentimeter auftraten.

Unter den bisweilen mit zahlreichen Gattungen auftretenden Kieselalgen entwickeln *Fragilaria virescens*, *Melosira varians*, *Synedra acus* und die bekannte *Asterionella gracillima* einigermaßen in Betracht kommende Völker mit Frequenzen bis zu 300 Individuen maximal pro Kubikzentimeter. Es ist ungeklärt geblieben, warum *Asterionella gracillima* im Magenscheinwasser in den 8 Jahren nie zur Massenentwicklung gelangte, wozu sie bekanntlich sehr neigt und die sie zu allen Zeiten ausbilden kann. Dies ist um so auffälliger, weil sie dies in dem über der Straße gelegenen Karpfenwasser mit der größten Regelmäßigkeit tut.

Bezüglich der Protozoen wurde schon oben auf die Parallelität ihrer Entwicklung mit der der niederen Flagellaten hingewiesen, deren Hauptnahrung diese bilden. Den Tieren steht immer eine reiche Weide zur Verfügung. Detritus fehlt im November und Dezember oder ist gering. Die Zahl der Spaltpilze ist der Zahl der angeführten Autotrophen mindestens gleich.

b) Karpfenwasser. (Tabelle Nr. II.)

Während im Magenscheinwasser die Entwicklung der Bevölkerungsdichte stets ruhig und gleichmäßig mit den sinkenden Wassertemperaturen vorschreitet, so daß man fast stets aus der ermittelten Temperatur auf die vorhandene Bevölkerung schließen kann, zeigt die Bevölkerung des Karpfenwassers einen stets unruhigen, sprunghaft sich ändernden Ablauf. Ein besonderes Merkmal gewinnt dieses Altwasser durch wenigstens viermalige Entwicklung von Hochproduktionen. Die eine vom Sommerwasser übernommene besteht aus *Anabaena delicatula*, die in den meisten Jahren schon Mitte Oktober bis auf wenige Zellfäden schwindet. Nur zweimal hielt sie sich auf sommerlicher Dichte bis zum Winter selbst in dem auf  $\frac{1}{2}^{\circ}$  C abgekühlten Wasser und bei starker Beschattung unter Eis. Bis Mitte Oktober ist sie reich an Pseudovakuolen, so daß im Planktongläschen sich eine dichte spanngrüne oberflächliche Schicht bildet. Meine frühere Meinung, daß aus den zugrunde gegangenen *Anabaena*-Fäden sich die zweite stets im November folgende und von *Asterionella* gebildete Massenvegetation aufbaue, erwies sich auf Grund von zwei Fällen, wo beide Massenvegetationen zu gleicher Zeit wucherten, als irrig. Sie sind in ihrem Nährstoffbedarf jedenfalls voneinander unabhängig. *Asterionella* blüht nur durch längstens 3 Wochen. Doch hält sie sich mehr oder weniger stark bis in die ersten Frühjahrsmonate

Die dritte regelmäßige Hochproduktion des Herbstes fällt stets in die Zeit des kältesten Herbstwassers, in den Dezember. Sie besteht aus denselben Chryso- und Cryptomonaden-Arten wie im Magenscheinwasser, aber die Crysomonaden treten etwas zurück.

In den Jahren 1921 und 1925, als gleichzeitig die von *Anabaena* und *Asterionella* gebildeten Hochproduktionen bis in den Dezember hinein andauerten, blieb die sonst mit Sicherheit einsetzende Cryptomonadenvegetation aus und kam (1921) erst im Januar. Im Medium war weder Raum noch Nahrung für eine dritte Massenwucherung vorhanden.

Eine sonst in den Januar oder Februar fallende Wasserblüte

Tabelle II.

	Zeit des Fanges	26. XI. 1925	16. XII. 1925	15. X. 1923
Karpfenwasser	Tiefe	0—30 cm	0—30 cm	0—10 cm
Alte Donau bei Wien	Oberfl.-Temperatur	7° C	0,3—1° C	0,3—0,8° C
	Eis	—	15 cm Eis	6 cm Eis
Organismen pro 1 ccm	Farbe des Wassers	gelbbraun	gelbl.-grün	gelbgrün
	" des Plankton- satzes	gelbgrün	graugelb	grün
	Satzvolumen aus 1 l	0, 17 ccm	0,36 ccm	0,37 ccm
<i>Cryptomonas</i> -Arten		447	615	9
Andere <i>Cryptomonaden</i>				
<i>Dinobryon divergens</i>			37	
Chrysomonaden		1192	1222	1410
Chryso- und <i>Cryptomonaden</i>		1639	1874	1419
<i>Trachelomonas</i> -Arten		20	37	44
<i>Peridinium aciculiferum</i>			5	
<i>Gymnodinium tenuissimum</i>			5	
<i>Gymnodinium</i> (farblos)	3		4	5
Peridiniaceen	3		14	5
<i>Anabaena delicatula</i> (Fäden)	836		903	44
<i>Coelosphaerium Naegelianum</i>	20			
Summe der Cyanophyceen	556		703	44
<i>Closterium acutum</i>				66
" <i>ceratium</i>	75		14	
<i>Staurastrum</i> spec.	3		2	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	365		14	
<i>Pediastrum Boryanum</i>				72
" <i>Tetras</i>				36
" <i>integrum</i>	18			
" <i>duplex</i>	42			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	5			83
" <i>quadricauda</i>	18			136
" <i>denticulatus</i>				13
" <i>opoliensis</i>				18
<i>Dictyosphaerium Ehrenbergianum</i>				8216
" <i>pulchellum</i>	1			
<i>Tetraedron caudatum</i>				6
" spec.				4
<i>Chlamydomonas</i>	9		40	
Chlorophyceen	572		70	8650
<i>Stephanodiscus</i>	18			
<i>Atheya Zachariasii</i>	5			
<i>Asterionella gracillima</i>	1386		56	18
<i>Fragilaria virescens</i>	243		28	
<i>Synedra acus</i>			16	32
<i>Amphora</i> spec.				2
Summe der Bacillariaceen	1652		100	52
Summe aller Protophyten	4650		2898	10214
Protozoen	7		16	34
Metazoen und Eier	1,3		3	2
Summe der Tiere	8,3		19	36
Verhältnis der Protophyten zu den Tieren		580 : 1	144 : 1	290 : 1

von *Eudorina elegans* konnte man in einigen Jahren 1920 und 1922 bereits im Dezember feststellen. Das Wasser war damals mit einer wenige Zentimeter dicken Eisschicht bedeckt. Gleiches gilt von *Trachelomonas volvocina*, das die für das Magenscheinwasser ermittelten Dichten auch im Karpfenwasser erreichen kann.

Eine sechste Alge bildet jedes zweite oder dritte Jahr eine gewaltig hochgehende Vegetation, die in die Zeit Oktober bis Dezember fallen kann. Es ist *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, die Volksdichten bis zu 12000 Zellen im Kubikzentimeter mehrfach erreichte (1919, 1921, 1923; in diesem Jahre lag die größte Dichte im November mit über 11000 Zellen). Sie verbraucht Raum und Nährstoffe in solchem Maße, daß nur wenig andere Organismen leben können und stört die Aufeinanderfolge der einzelnen Herbstvegetationen dann völlig.

Das von UTERMÖHL l. c. p. 423 in den Ostholsteinischen Seen beobachtete Aufblühen dieser Alge während der kalten Jahreszeit, oft am Ende des Winters oder zu Beginn des Frühjahres kann auch für das untersuchte Gebiet bestätigt werden. Nur bleiben die hier gefundenen Frequenzzahlen weit hinter den von UTERMÖHL festgestellten zurück, da er die Kolonienzahl höher angibt als ich oben die Zellenzahl.

Während demnach das Karpfenwasser wenigstens viermal im Herbst jährlich aufblüht, bringt das Magenscheinwasser nur zweimal Hochproduktionen hervor; das erstere Wasser ist produktiver<sup>1)</sup>. Im ersteren liegt oft, im zweiten immer das herbstliche Dichtemaximum im kältesten Wasser.

Die größere Fruchtbarkeit des Karpfenwassers dürfte darin begründet sein, daß es keinen Abfluß und keine phanerogame Vegetation trägt. Die in den letzten drei Jahren beobachtete vermehrte Produktion wird mit kulturellen Einflüssen zusammenhängen, da in der Umgebung mehr Häuser entstanden und die Zahl der Enten und Gänse sich vermehrte. Darauf führe ich auch das während der Niederschrift dieser Arbeit im Februar 1926 zum ersten Male beobachtete Durchhalten der *Anabaena* über Januar und Februar hinaus zurück.

Das Zusammentreffen der größten Fruchtbarkeit mit der niedrigsten Jahrestemperatur des Wassers während der kurzen Tage und bei niedrigstem Sonnenstand scheint für sehr viele eutrophe

<sup>1)</sup> Rein zahlenmäßig scheint dies nach den Tabellen unzutreffend. Man bedenke jedoch, daß die *Anabaena* lange Fäden mit oft Hunderten von Zellen bildet, deren jede einer Chrysomonade der Substanz nach etwa gleichwertig ist.

Gewässer mit starken Konvektionsbewegungen des Wassers charakteristisch zu sein. Sie haben ferner um diese Zeit alle hauptsächlich Flagellaten und von Chlorophyceen vorwiegend die automobilen Volvocalen zur Bevölkerung, neben denen nur noch Kieselalgen in größeren Mengen gedeihen. Bei den letzteren kennen wir zur Genüge ihre großen Ansprüche an die Nährkraft und den reichen Gehalt an O und CO<sub>2</sub>. In diesem Punkte stimmen jedenfalls mit ihnen jene automobilen Planktonten überein, da sie nur in eutrophen Gewässern zu dichten Assoziationen überhaupt befähigt sind und für die Bewegung einen hohen Bedarf an Kohlenhydraten und O für die Erzeugung der Bewegungsenergie haben. O und CO<sub>2</sub> sind bekanntlich im kalten Wasser in weit größeren Mengen als im warmen löslich und daher können solche dichte Flagellatenbevölkerungen in den eutrophen Gewässern nur bei hohem Gasgehalt bestehen. Das Licht spielt eine geringe Rolle, da alle in kleinen Gewässern lebenden Pflanzen infolge der jederzeit starken Trübung mit den geringsten Lichtmengen auskommen.

Die Meinung E. NAUMANN'S (1925 S. 596), daß eine extensive Untersuchung über die extremen Produktionstypen mit Rücksicht auf Phytoplankton im Sommer durchgeführt werden müsse, weil die Wirkung der grundlegenden chemischen Milieuspektren selbstverständlich nur bei einer optimalen Lage der Licht- und Temperaturspektren festgestellt werden könne, halte ich bezüglich eutropher Gewässer für irrig, weil bei minimalem Lichte und dem Eispunkte nahen Temperaturen sehr viele Chryso- und Cryptomonaden gerade ihre optimalen Lebensbedingungen haben und solche Gewässer oft im Winter stärker und artenreicher als im Sommer besiedelt sind.

---

## B. Physiologischer Teil.

### 6. Wirkung plötzlicher Temperaturänderung und tiefer Temperaturen.

Für die aus Cryptomonaden, verschiedenen Chrysoomonadengattungen, besonders *Chromulina*, gebildete späte Herbstvegetation ging aus den 8jährigen Beobachtungen hervor, daß sie erst bei Temperaturen unter 7° größere Dichte zu erreichen vermag. Es lag die Frage nahe, ob bei rascher Abkühlung des Wassers, die in so seichten Gewässern rasch erfolgen kann, eine Schädigung dieser

sonst so sehr empfindlichen Crypto- und Chrysonadenvegetation eintritt.

In der Beobachtungszeit konnte viermal, zuletzt 1925, nach normaler langsamer Abkühlung der Wasserschichten bis 20 cm Tiefe auf  $5^{\circ}\text{C}$  ein sprunghafter Temperaturrückgang innerhalb 3 Tagen auf  $\frac{1}{2}$ — $1^{\circ}\text{C}$  und durch 3 Wochen anhaltende Eisbildung festgestellt werden. Es zeigte sich stets, daß plötzliche Abkühlung keinen hemmenden, sondern vielmehr einen fördernden Einfluß auf die Vegetation hat, da die quantitativen Zunahmen sowie die der Arten weiter fortschreiten und ihren Höhepunkt erreichen. Tritt nämlich bis Herbstende keine Eisbildung bzw. Wassertemperatur von  $2$ — $5^{\circ}\text{C}$  ein, und werden diese erst im Januar oder gar im Februar erreicht, dann fällt die maximale Entwicklung der Chryso- und Cryptomonadenbevölkerung erst in diesen Monat. Die Regelmäßigkeit dieser Erscheinung besagt, daß das Optimum der Entwicklung dieser Organismengruppen bei Temperaturen von  $1$ — $5^{\circ}\text{C}$  liegt.

Umgekehrte nach oben gerichtete rasche Änderungen der Temperaturen zerstören die stenothermen Glieder binnen wenigen Tagen.

## 7. Biologische Untersuchung des Eises.

Als im Jahre 1917 während des damals außergewöhnlich strengen und langanhaltenden Winters alle Altwässer der Donau bis auf die tiefsten Stellen einfroren, da drängte sich die Frage nach dem Schicksal der im Eise eingeschlossenen Planktonten auf. In der Folgezeit wurde wiederholt Schmelzwasser zentrifugiert und besonders im Herbst 1925 wurde die Eisuntersuchung systematisch unternommen.

1. Probe. Am 2. Dezember 1925 bildete das Eis im Magenscheinwasser eine 4—5 cm dicke Schicht, die aus reinem 3—4 Tage altem Eis mit kleinen Luftblasen bestand. Ein Stück von etwa 5 kg Gewicht wurde herausgeschlagen und bei einer Lufttemperatur von  $-3^{\circ}\text{C}$  in das nahegelegene Laboratorium der hydrobiologischen Donaustation in einem Glanzleinwandsack getragen und hier bei Zimmertemperatur von  $8^{\circ}\text{C}$  zum langsamen Auftauen gebracht. Von den in einer Glasschale liegenden großen Eisstücken wurde das erste Schmelzwasser weggeschüttet, weil möglicherweise die oberflächlich eingefrorenen Organismen beim Herausschlagen des Eises geschädigt sein konnten. Erst das später sich bildende Schmelzwasser wurde zentrifugiert. Von der Stelle, wo das Eis herausgenommen war,

wurde Oberflächenwasser (0—15 cm) mitgenommen und davon 7 ccm zentrifugiert. In diesem Wasser fanden sich folgende Organismen pro ccm:

Magenscheinwasser:	
Chryso- und Cryptomonaden	4 200 pro ccm
Trachelomonaden	1 800 " "
Peridineen	185 " "
Chlorophyceen	42 " "
Diatomeen	124 " "
Proto- und Metazoen	672 " "
	<hr/> 7 023 pro ccm

Nun wurden 7 ccm Schmelzwasser zentrifugiert aus dem 4 Tage altem Eise. Die darin vorhandenen Organismen sind je nachdem sie lebend oder tot waren, hier angeführt:

## Schmelzwasser.

Organismengruppe	Magenscheinwasser pro ccm			
	1. Probe		2. Probe	
	lebend	tot	lebend	tot
Chryso- u. Cryptomonaden	0	12	0	18
Trachelomonaden	124	—	82	—
Peridineen	18	—	3	—
Chlorophyceen	—	4	—	5
Diatomeen	12	—	—	—
Proto- u. Metazoen	1	3	—	—

Dieses Resultat ergab, daß nur ein Bruchteil der im Wasser unterhalb des Eises vorhandenen Organismen im Eise waren. Von den Chryso- und Cryptomonaden wurde keine einzige lebende Zelle gefunden. Nur spärlich sah man tote Exemplare von *Mallomonas* und *Cryptomonas* (s. Fig. 35 u. 36); an ihrem Tode konnte nicht gezweifelt werden, da die Zellen völlig desorganisiert und die Chromatophoren die graugrüne Todesfärbung zeigten. Dagegen bewegte sich *Trachelomonas volvocina* mit mäßiger Geschwindigkeit. Die stets geschlossen auftretende stenotherme Peridineenassoziation, der oben wiederholt Erwähnung geschah, fand sich vollständig und lebend mit allen Arten auch im Eise vereint (s. *Glenodinium* (Fig. 37 und *Gymnodinium* Fig. 38 a—c. An den schönen goldgelben Chromatophoren und ihrer natürlichen Anordnung sah man keinen Unterschied gegenüber den aus dem Wasser erbeuteten Exemplaren. Auch alle Diatomeen (*Fragilaria virescens*, *Asterionella*, *Rhoicosphenia curvata*

*Synedra acus*, *Navicula*-Arten und andere waren normal gefärbt, ihre Chromatophoren ausgebreitet und nur ein kleiner Bruchteil zeigte Systrophe; auch deren Chromatophoren zeigten normale Färbung.

2. Probe. Am 9. Dezember aus dem Magenscheinwasser. Eisdicke 13 cm. Das Eis wurde wie oben gewonnen, doch wurden die Stücke mit einem Meisel quergeteilt um zu sehen, ob die ältere

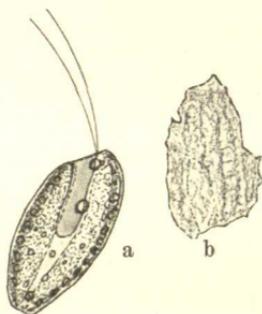


Fig. 35.

Fig. 35 a, b. *Cryptomonas* spec. nov.? Vergr. 510  $\times$ .  
a normale Zelle aus dem Wasser, b aus dem Eise vollständig desorganisiert.

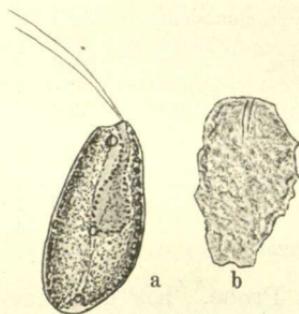


Fig. 36.

Fig. 36 a, b. *Cryptomonas* spec. Vergr. 510  $\times$ .  
Links normale Zelle aus dem freien Wasser unter dem Eise, rechts aus dem Eise, ganz deformiert.



Fig. 37.

Fig. 37. *Glenodinium* spec. nov. Farblos; mit großem, eckigem, braunem Körper.

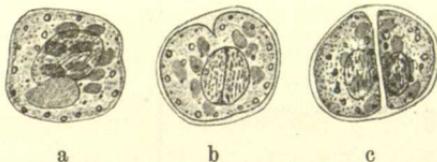


Fig. 38.

Fig. 38 a—c. *Gymnodinium* spec.? Vergr. 510  $\times$ .  
a Ein Individuum mit normalem Aussehen des Zellinhaltes und gequetschter Form aus Schmelzwasser zentrifugiert. b, c. Zwei Individuen in Teilung. Aus Schmelzwasser zentrifugiert.

obere etwa 12 Tage alte Eisschicht und die untere schätzungsweise 6 Tage alte Schicht sich verschieden verhalten. Das Resultat ist aus den folgenden Tabellen ersichtlich. Wiederum wurde Wasser an derselben Stelle geschöpft, wo das Eis herausgehackt war. Die darin vorhandenen Organismen finden sich unten an erster Stelle zahlenmäßig aufgezählt.

Wasser wie oben angegeben geschöpft. In der zentrifugierten Wassermenge von 7 ccm waren enthalten:		Schmelzwasser aus der oberen Eisschicht 0—7 cm. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:		Schmelzwasser aus der unteren 7—12 cm dicken Eisschicht. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:	
		lebend	tot	lebend	tot
Chryso- u. Cryptomonaden	7860	0	Cryptom. Reste	0	Reste
Trachelomonaden	2080	80	—	110	—
Peridineen	397	3	—	4	—
Chlorophyceen	35	—	Reste unkenntlich	—	Reste
Diatomeen	123	8	—	9	—
Proto- u. Metazoen	903	—	Didinium	2 Rotatorien	—

3. Probe. Eis aus Magenscheinwasser vom 16. Dezember. Eis 15 cm dick. Es ergaben sich prinzipiell dieselben Resultate wie früher.

4. Probe. Eis aus Karpfenwasser vom 16. Dezember 1925. Eis 15 cm dick. Der Gang der Untersuchung war wie bei den früheren Proben. Das Resultat zeigt die folgende Tabelle.

Wasser wie oben angegeben geschöpft. In der zentrifugierten Wassermenge von 7 ccm waren enthalten:		Schmelzwasser aus der oberen Eisschicht 0—7 cm. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:		Schmelzwasser aus der unteren 7—14 cm dicken Eisschicht. In 7 ccm zentrif. Wasser waren:	
		lebend	tot	lebend	tot
Chryso- u. Cryptomonaden	1918	—	Reste unkenntlich	—	Reste un- kenntlich
Trachelomonas	280	14	—	49	—
Peridineen	98	7	—	21	—
Anabaena-Fäden	4900	—	118	—	66
Chlorophyceen	490	—	Reste unkenntlich	—	Reste
Diatomeen	700	89	—	63	2
Proto- u. Metazoen	95	—	Reste unkenntlich	2 Rotatorien	Reste

Aus dem Resultate geht hervor, daß *Anabaena delicatula* das Einfrieren nicht lebend überdauert. Merkwürdigerweise waren nicht

bloß die vegetativen Zellen, sondern auch die Dauerzellen vollständig zerrissen und mißfarbig.

Die am 29. Dezember vorgenommene Untersuchung von vier Wochen altem Eise aus dem Karpfenwasser lieferte dasselbe Bild, so daß auch ein längerer Einschluß die Diatomeen, Peridineen, Trachelomonas und Rotatorien nicht schädigte. Leider schmolz um diese Zeit das Eis binnen wenigen Tagen.

Am 9. Dezember wurde die Temperatur des Eises in der Weise gemessen, daß in ein ins Eis gebohrte Loch ein Thermometer kam, das sodann ringsum mit 15 cm dicker Schneeschicht abgeschlossen wurde. Es ergab sich bei einer Lufttemperatur von  $-8^{\circ}$  eine Eistemperatur von  $-3^{\circ}$ .

Aus diesen Untersuchungen ergab sich als gemeinsames Resultat:

1. Daß nur ein Bruchteil der im Wasser unmittelbar unter dem Eise lebenden Organismen im Eise eingeschlossen war. 2. Daß alle Organismen bis auf die oben aufgezählten Peridineen, Diatomeen, Trachelomonas und Rotatorien zerstört waren, daß aber auch diese im Eise lebend gebliebenen nur einen geringen Bruchteil der gleichzeitig im freien Wasser lebenden Individuen darstellten. Ihre volle Lebensfrische bewiesen sie durch ihre Bewegungen im Schmelzwasser der Zentrifugenfänge, solange es Temperaturen unter  $5^{\circ}$  C bewahrte. Von dem erwähnten *Gymnodinium* fanden sich sogar regelmäßig in Teilung befindliche Stadien (Fig. 38). Da neben sehr weit vorgeschrittenen Teilungsstadien auch eben begonnene sich fanden, ist die Wahrscheinlichkeit wohl größer, daß erst im Schmelzwasser, angeregt durch die langsam steigende Temperatur, die Teilungen ausgelöst wurden, die schnell ablaufen. Während also für den überwiegenden Teil aller unter dem Eise lebenden Protophyten der Eiseinschluß den sicheren Tod bedeutet, erhält sich eine beschränkte Gruppe auch bei wochenlangem Einschluß im Eise völlig frisch.

Über die Kälteresistenz der Protophyten sind bisher nur wenig Angaben vorhanden und im besonderen ist das allgemeine Verhalten des pflanzlichen Herbst- und Winterplanktons unserer süßen Gewässer gegenüber dem Eise in der Natur noch nicht untersucht worden. Deshalb gelangten die vorstehend gebrachten Versuche zur Ausführung.

Unter allen Protophyten ist die Kälteresistenz der Diatomeen am besten bekannt. Nach einer alten Angabe von SCHUMANN, die PFEFFER nach GÖPPERT in seiner Pflanzenphysiologie zitiert, wurde

von einer Wiese ein Stück gefrorene Erde bei  $-20^{\circ}$  mit nach Hause genommen, das er sofort im warmen Zimmer auftauen ließ. Eine halbe Stunde später sah er mehrere Diatomeen in lebhafter Bewegung. PIKTET stellte mit flüssiger Luft Temperaturen bis  $200^{\circ}$  C her und ließ sie auf Diatomeen einwirken, die dabei lebend blieben. Rotatorien vertrugen nach demselben Autor durch 24 Stunden Temperaturen von  $-60^{\circ}$  C, gingen aber bei gleichlanger Einwirkung von Temperaturen von  $-80$  bis  $-90^{\circ}$  zugrunde. Demgegenüber bringt PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, S. 305 eine Angabe von EDWARD, der Diatomeen schon bei  $-8^{\circ}$  bis  $-10^{\circ}$  absterben sah. Ich ließ daher Eisstücke während einer Nacht bei Temperaturen von  $-9^{\circ}$  liegen und fand, daß die oben S. 48, 49 erwähnten Kieselalgen nach langsamem Auftauen lebend waren.

Schwärmsporen von *Ulotrix zonata* sah STRASBURGER bei  $-6^{\circ}$  C absterben, obgleich sie sich noch bei  $0^{\circ}$  lebhaft bewegen und das Wachstumsminium der Alge bei  $0^{\circ}$  liegt. Es scheinen sehr viele Chlorophyceen keine große Kälteresistenz zu haben, wie besonders aus den Untersuchungen von MOLISCH (1897) hervorgeht, auf die ich unten zu sprechen komme. Wenn GÖPPERT (1875) *Sphaerella nivalis* bis auf  $-36^{\circ}$  C abkühlen konnte, ohne daß die Alge Schaden litt, so finden wir das bei einer so typischen Schneeralge und arktischen Pflanze ganz begreiflich.

### 8. Wie entgehen die Organismen dem Einfrieren?

Da von verschiedenen Stellen der beiden Altwässer genommenes Eis stets nur einen verschwindend kleinen Prozentsatz der unter dem Eise üppig gedeihenden Massenvegetationen enthielt, so galt es die Frage zu entscheiden, ob größere Mengen eingefroren waren und im Eise zerstört wurden und wenn ersteres nicht der Fall, wie sie dem Einfrieren entgingen?

Zur Klarstellung untersuchte ich die 3 cm dicke unterste Schicht des Eises, die ich mittels des Meisels abspaltete und durch etwa 4 Stunden ganz langsam auftauen ließ. Da zeigten sich Reste von Chromulinen, *Cryptomonas*, *Kephyrion*, *Mallomonas*, *Dinobryon*, *Synura* und verschiedenen Chlorophyceen nur in wenig größerer Menge als in den älteren Eisschichten, deren Untersuchung oben mitgeteilt wurde, aber noch immer in verschwindend kleiner Zahl. Alle waren tot, meist schon so stark zerstört, daß ihre Erkennung unmöglich war. Selbst so große Formen wie *Eudorina* stellten eine formlose Masse dar. *Uroglenopsis* konnte mehr geahnt als wirklich erkannt werden. Die mechanische Wirkung, die weniger auf das Eis als

durch Wasserentzug, wie wir später sehen werden, zurückgeht, war offenbar.

Ob nun die beweglichen Planktonten dem sich bildenden Eise aktiv sich entziehen oder passiv vom gefrierenden Wasser ausgeschieden werden, etwa analog dem Vorgang den MOLISCH (1897) beim Gefrierenlassen von mit suspendierten Farbstoffteilchen erfüllten Wasser feststellte, konnte experimentell schließlich einfacher beobachtet werden als es zunächst schien. Nach einigen Versuchen führte folgende Methode zum Ziele. Es wurde zunächst das Verhalten des pflanzlichen Planktons unter dem Deckglas bei Eisbildung untersucht.

Versuch a. Ein Zentrifugengang aus 15 ccm frisch aus dem Magenscheinwasser geschöpften Wassers mit großen Mengen von den oben in den Tabellen angeführten Organismen wurde in einem  $+4^{\circ}\text{C}$  temperierten Zimmer gewonnen und dann in einen auf  $-3_{0}\text{C}$  abgekühlten Raum gebracht und mit einem 36 mm langen Deckglase bedeckt. Binnen etwa 3 Minuten trat Eisbildung ein und man konnte sehen, wie die eingeschlossenen Organismen binnen wenigen Minuten ihre Körperformen änderten. Nur die Peridineen und die Diatomeen hielten sich in jeder Hinsicht unverändert.

Versuch b. Die Gewinnung des Fanges und die Herstellung des Präparates geschah wie beim vorigen Versuch a. Ein ungefähr 2 mm dicker Karton bekam einen Ausschnitt in der Breite und Dicke des Objektträgers mit Deckglas und wurde durch untergeklebte Papierstreifen so hergerichtet, daß er auf dem Mikroskopisch stand. Den Karton stellt man vertikal so auf, daß er das Objektiv berührt, und etwa  $\frac{1}{3}$  der Fläche des Deckglases rechts abschneidet, so daß  $\frac{2}{3}$  desselben vom Objektiv an nach links liegen. Nun erhitzt man einen 3 cm dicken, ebenso breiten und 15—20 cm langen Eisenstab im Feuer oder durch eine Flamme und nähert den von einem Stativ gehaltenen heißen Eisenstab dem Drittel des rechts vom Karton befindlichen Deckglase, so daß das Wasser auf dieser Seite des Deckglases nicht gefrieren kann. Die Entfernung des Eisenstabes vom Deckglas hängt natürlich von seiner Erwärmung, von der Temperatur im Zimmer und seiner Masse ab. Durch Versuche läßt sich bald die richtige Entfernung gewinnen. Bei längerer Versuchsdauer wurde das Eisen durch einen Bunsenbrenner an seinem dem Mikroskop abgewandten Ende erhitzt. Auf diese Weise gelingt es, ein solches Temperaturgefälle im Fangwasser unter dem Deckglas herzustellen, daß das Wasser auf der nicht erwärmten Seite des Deckglases vereist, der andere auf der erwärmten Seite

flüssig bleibt. Man erhält auch bald eine ziemlich gerade verlaufende Eislinie unter dem Mikroskop und man kann an dieser Grenze zwischen Eis und Wasser das Verhalten der Organismen direkt beobachten. Läßt man nun den Stab langsam auskühlen oder entfernt ihn langsam vom Deckglas, so schiebt sich die Eisgrenze langsam vor und man kann die folgenden Erscheinungen gut sehen. Die Flagellaten schwimmen an der Eislinie ganz unregelmäßig hin und her, genau wie sie es auch sonst tun. Nichts deutet darauf hin, daß sie taktisch in dem einen oder anderen Sinne beeinflußt werden. Man sieht weiter, wie bei langsam vorschreitender Eisbildung die Organismen geradezu von der Eiskante fortgeschoben werden. Wenn aber die Eisbildung plötzlich fortschreitet und Eisnadeln rasch kreuz und quer ins Wasser schießen, dann kommt es natürlich überall zum Einschließen der Planktonten ins Eis. Und man kann nun wiederum dieselben Erscheinungen beobachten wie sie oben schon im Versuch a geschildert wurden.

Dieser Versuch gestattet die Anwendung auf die Verhältnisse in den Gewässern selbst. Auch hier kommt es oft, solange die Eisschicht noch ganz dünn ist und plötzlich starke Gefriertemperaturen eintreten, zu rascher Eisbildung und damit zum Einschluß zahlreicher Organismen ins Eis. Sobald aber die Eisbildung langsam und gleichmäßig fortschreitet, droht dem Planktonten keine Einschlußgefahr. Auf diese Weise erklärt sich die aus meiner Zentrifugierung von Schmelzwasser hervorgehende zwar variable, aber stets sehr kleine Menge der im Eise enthaltenen Organismen.

Diese Beobachtungen stimmen mit den experimentellen Erfahrungen überein, die MOLISCH in seinem bekannten Buche: „Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen 1897“ schilderte und p. 15 in die Worte zusammenfaßt: „Ob wir es mit einem Colloid, mit einer Emulsion, mit Wasser, in dem sehr kleine feste Teilchen suspendiert sind, oder mit Farbstoff- und Salzlösungen zu tun haben, immer kristallisiert reines Eis heraus, so daß es stets zu einer Scheidung kommt zwischen Wasser und dem betreffenden anderen Körper. — Das wachsende Eis duldet nichts Fremdes in seiner Architektur und schiebt daher, sich vergrößernd, alles Fremde vor sich her; da an verschiedenen nahe gelegenen Punkten fast gleichzeitig Eiskristalle entstehen, so schließen diese endlich aufeinander treffend, den Fremdkörper als eine Art Zwischensubstanz zwischen sich ein.“ Auch bei den Planktonorganismen ließen sich im Erfrieren dieselben Unterschiede beobachten wie sie MOLISCH l. c. p. 26 angibt. So verhalten sich die Chromulinen, Dinobryen

und Cryptomonaden wie die Amöben und *Phycomyces* in den Gefrier-  
versuchen von MOLISCH, indem die Zellen gefrieren und innerhalb  
des Protoplasten sich Eis bildet. Hingegen stimmen *Eudorina*,  
*Scenedesmus* und *Pediastrum* anscheinend mit *Spirogyra* und *Cladophora*  
in den Versuchen von MOLISCH überein, indem sie selbst nicht ge-  
frieren, sondern durch Wasserentzug und damit einhergehende starke  
Schrumpfung zugrunde gehen.

H. MÜLLER-Thurgau hat als erster den Gedanken ausge-  
sprochen, daß das Erfrieren der Pflanzen auf den Wasserentzug infolge  
der Eisbildung zurückzuführen sein werde. MOLISCH hat bekanntlich  
diese Ansicht durch zahlreiche Experimente bestätigt und die seit-  
her immer wieder (siehe z. B. MAXIMOV 1914) als richtig befundene  
These aufgestellt (l. c. p. 73), „daß der Gefriertod der Pflanzen im  
wesentlichen auf einen zu großen, durch die Eisbildung hervor-  
gerufenen Wasserverlust des Protoplasmas zurückzuführen ist, wo-  
durch die Architektur desselben zerstört wird, und daß sich alle  
einschlägigen Tatsachen unschwer und ungezwungen von diesem  
Gesichtspunkte aus erklären lassen“.

Die Frage, worin die spezifische Kälteresistenz jener Peridineen  
und Diatomeen, die wir oben lebend im Eise nachwiesen, verursacht  
sei, läßt sich auch heute nur im allgemeinen so beantworten, daß die  
eigentümliche Konstitution des Protoplasmas sie bedinge. Nur der  
Parallelität der Fälle wegen möchte ich auf die von A. FISCHER  
(1891 p. 155) hingewiesenen Koinzidenz des Fettgehaltes der Bäume  
mit der Kälteresistenz zu sprechen kommen — die Schwäche dieser  
Ansicht hat bereits PFEFFER, Pflanzenphysiologie II, p. 306  
betont — und bemerken, daß die Peridineen und Diatomeen aus-  
gesprochene Fettbildner sind. Gerade bei den Peridineen sieht man,  
daß der Fettgehalt mit der Kälteresistenz nicht im kausalen Ver-  
hältnis steht, da bekanntlich die Sommerperidineen z. B. *Ceratium*  
*hirundinella* weder in der vegetativen Form noch als Cysten Gefrier-  
temperaturen vertragen, worauf in vielen Abhandlungen hingewiesen  
ist. Es muß also tief in der Plasmakonstitution bei der oben an-  
geführten stenothermen Kaltwasser-Peridineen-Assoziation die Wider-  
standsfähigkeit gegen das Erfrieren begründet sein.

Unter den hier im Eise gefundenen Diatomeen befand sich keine  
stenotherme Kaltwasser-Diatomee, sondern nur eurytherme perenne  
Formen. Es dürfte indessen auch solche Sommerformen geben, die bei  
tiefer Kälte erfrieren<sup>1)</sup>. Trotzdem geht aus den Versuchen von PICTET,

<sup>1)</sup> Vielleicht waren die von EDWARD (siehe oben p. 52) benützten Diatomeen,  
die bei 8° starben, solche Sommerformen.

meinen und marinen Beobachtungen GRANS hervor, daß den Kieselalgen der gemäßigten und kalten Zone zumindest ganz allgemein hoher Widerstand gegen schädigende Wirkungen der Kälte (Temperatur unter 0°) eigen ist. Andererseits wäre es leicht möglich, daß die Kieselalgen der warmen Zonen keine Kälteresistenz haben.

### Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse.

Die untersuchten Altwässer der Donau, das Magenschein- und Karpfenwasser, sind Grundwasseransammlungen des Donautales, deren Wasserstand mit jenen des nahen Donaustromes korreliert und daher starke und beständige vertikale Strömungen aufweisen. Beide Gewässer sind eutroph und mesosaprob. Während der achtjährigen alle 14 Tage durchgeführten biologischen Untersuchung mittels Netz Nr. 20, Zentrifuge und Sedimentation wurde die Abhängigkeit des Auftretens und Verschwindens der einzelnen Glieder der jeweiligen Assoziationen von den thermischen Verhältnissen verfolgt. In vorliegender Arbeit werden nur die diesbezüglichen Herbstbeobachtungen mitgeteilt. Es zeigte sich, daß die Glieder der Herbstvegetationen während der vorschreitenden Abkühlung des Wassers bei den sich einstellenden sukzessiven tieferen Temperaturen auch sukzessiv alljährlich konstant erscheinen, bei gewissen Temperaturen ihr Optimum erreichen und nach längerem oder meist kürzerem (10—20 Tage) Vegetieren wieder verschwinden. Das biologische Gegenbild liegt im Frühjahrswasser, wenn bei steigenden Temperaturen immer neue Organismen aufkommen.

Die herbstlichen Assoziationen der planktischen Organismen des Magenscheinwassers bestehen größtenteils aus Chryso- und Cryptomonaden, denen sich *Eudorina elegans* und *Trachelomonas* zugesellen. In dem noch über 10° erwärmten Wasser der Monate September und Oktober leben noch Peridineen, Chlorophyceen und Chrysomonaden des Sommerwassers mit niedrigen Frequenzen. Bei Abkühlung unter 10° nimmt die Dichte der Bevölkerung parallel der Abkühlung immer mehr zu und erreicht bei winterlichen Temperaturen zwischen 2—5° C ihr Maximum, das die Chryso- und Cryptomonaden nebst *Trachelomonas volvocina* aufbauen und das mit 10 000 Zellen pro ccm und darüber nicht bloß die höchste Bevölkerungsdichte des Herbstes, sondern meist auch des ganzen Jahres darstellen kann. Immer fällt die größte Dichte mit den tiefsten Jahrestemperaturen und Eisbildung, mit dem Minimum an Licht und hohem Gehalt des Wassers an O und CO<sub>2</sub> zusammen.

Während das Magenscheinwasser nur ausnahmsweise eine artreine Hochproduktion (z. B. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum*, *Stephanodiscus Hantzschii*) besitzt, treten im Karpfenwasser jeden Herbst folgende mehr oder weniger artreine Wasserblüten auf: September-Oktober *Anabaena delicatula*, November-Dezember *Asterionella gracillima*, *Dictyosphaerium Ehrenb.*, *Eudorina elegans* und *Cryptomonas*; ihre Dauer ist oft nur 10—15 Tage. Biologisch kommt somit jederzeit dem Karpfenwasser ein anderer Charakter zu, der auch durch eine durchschnittlich größere produzierte Substanzmenge Ausdruck findet.

Doch tritt gleichzeitig und gleichlange eine stenotherme Peridineenassoziation in beiden Gewässern auf, mit *Peridinium aciculiferum*, *P. quadridens*, *Gymnodinium tenuissimum* einem *Gymnod.* spec. und einem farblosen *Glenodinium* spec. nov. als charakterisierenden Gliedern.

Die systematische Untersuchung der beiden Gewässer förderte eine ungeahnt große Zahl unbekannter Phytoplanktonten, die nur teilweise hier gebracht werden, sowie die Art der Fortpflanzung bei diesbezüglich noch unklaren Chrysomonaden zutage: Bei *Kephyrion* und *Stenokalyx* nov. gen. tritt die Tochterzelle nackt und allmählich aus dem mütterlichen Gehäuse aus und bildet das neue freischwimmend aus.

Bei der Parallelreihe der Lepochromadineen *Pseudokephyrion* und *Kephyriopsis* findet dagegen typische Sproßung statt. Aus dem Gehäuse tritt das Plasma als kleines Bläschen aus, das immer größer wird und den Chromatophor aufnimmt. Die alten Geißeln gehen verloren und die neuen bilden sich, fast senkrecht zur Längsrichtung der Individuen abspitzend, sobald der Chromatophor im Tochterplasma angelangt ist. Zugleich tritt auch die neue Gehäusewand immer bestimmter in Erscheinung. Doch bleibt das schon anscheinend normal entwickelte Tochterindividuum durch einen Plasmahals noch einige Stunden mit dem Mutterindividuum in Verbindung.

Bei den aggregaten Ochromonadineen konnte die Vermehrung der Individuen wie der Kolonien festgelegt oder wahrscheinlich gemacht werden.

*Uroglenopsis* (*Ur. europaea* und *Ur. botrys*) vermehrt ihre Zellen neben der schon anderweitig beobachteten einfachen Längsteilung durch zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Teilungsschritte in vier Tochterzellen, die sich abrunden und als kleine kugelige Schwärmzellen den kolonialen Verband verlassen. Ihr weiteres Geschick blieb noch unbekannt. Ein gleichzeitiges Ausschwärmen von 10—20 vegetativen Koloniezellen, jede wenigstens rückwärts mit einer Gallerthülle ver-

sehen, dürfte mit der Neubildung einer Kolonie einhergehen und den einen Modus der Koloniebildung repräsentieren.

In pflanzengeographischem Sinne interessant ist das Auffinden der bis jetzt nur aus Java bekannten *Lagerheimia Chodati*, die sogar unter dem Eise in dem auf  $\frac{1}{2}^{\circ}$  C abgekühlten Wasser zu leben vermag.

Im physiologischen Teile wird zunächst die Einwirkung plötzlicher Temperaturstürze (von etwa  $10^{\circ}$  auf  $5-3^{\circ}$  C), wie sie in den beiden seichten Gewässern im Spätherbst ab 15. November nicht selten sind, auf die vorhandene Bevölkerung besprochen und angeführt, daß die um diese Zeit bereits vorhandenen besonders aus Chryso- und Cryptomonaden gebildeten Assoziationen nicht geschädigt, vielmehr stark gefördert werden. Der Großteil der Assoziationsglieder ist stenotherm mit dem Temperaturoptimum von etwa  $5^{\circ}$  C. Hingegen wirken Temperaturerhöhungen des auf etwa  $5^{\circ}$  C bereits temperierten Wassers destruktiv auf die Bevölkerung.

Die biologische Untersuchung des Eises geschah in der Weise, daß das durch langsames Auftauen des Eises erhaltene Schmelzwasser zentrifugiert wurde. Dabei fand sich nur eine sehr geringe Anzahl der im Wasser unter dem Eise in großen Mengen lebenden Organismen im Eise selbst eingeschlossen und von diesen ertragen nur wenige Gruppen lebend das Einfrieren: die Diatomeen, die oben genannten stenothermen Peridineen und *Trachelomonas*; von den Tieren die Rotatorien. Hingegen erfrieren alle Chryso- und Cryptomonaden, die Schizophyceen samt den Dauersporen und die Chlorophyceen (*Protococcales* und *Volvocales*), also der größte Teil der Phytoplanktonten.

Es entgehen demnach die Planktonten größtenteils dem Einfrieren und experimentell ließ sich durch Gefrierenlassen von Centrifugenfängen unter dem Mikroskop beobachten, wie das langsam wachsende Eis die Organismen vor sich herschiebt. Nur bei rascher Eisbildung findet Einschluß proportional der Geschwindigkeit der Vereisung statt. In der Natur wird nur auswahmsweise meist am Anfang der Vereisung der Gewässer rasche Eisbildung eintreten und damit ist die Gefahr des Gefriertodes für die Planktonorganismen sehr gering.

Womit die Kälteresistenz der Diatomeen, der stenothermen Peridineen und von *Trachelomonas volvocina* zusammenhängt, konnte für diese niederen Organismen ebensowenig erkannt werden, wie dies für die höheren bislang möglich war und muß dort wie hier in uns unbekanntem spezifischen Eigenschaften der plasmatischen Substanzen begründet sein.

---

## Literaturverzeichnis.

- BACHMANN, H.: Vergleichende Studien über das Phytoplankton von Seen Schottlands und der Schweiz. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk. 1908 Bd. 3.  
 —: Das Phytoplankton des Süßwassers mit besonderer Berücksichtigung des Vierwaldstättersees. Jena 1911.
- BACHMETJEW, P.: Über die Temperatur der Insekten nach Beobachtungen in Bulgarien. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1899 Bd. 66 p. 521.
- BREHM, V.: Einige Beobachtungen über das Zentrifugenplankton. Intern. Rev. d. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 1910/11 Bd. 3.
- BRUNNTHALER, J.: Das Vorkommen von *Atheya Zachariasii* in der alten Donau bei Wien. Verh. zool.-bot. Ges. Wien LIII 1903.  
 —: Planktonstudien. Das Phytoplankton des Donaustromes bei Wien. Ebenda L 1900.  
 —: Chlorophyceae. II. Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 5: Chlorophyceae II. 1915.
- CHODAT, R.: Études de Biologie lacustre. A. Recherches sur les Algues pelagiques de quelques lacs suisses et français. Bull. Herb. Boiss. T. 5 1897.  
 —: Algues vertes de la Suisse. Pleurococcoides chroolépoides. Bern 1902.
- CONRAD, W.: Note sur un état filamenteux du *Synura uvella* EHRBG. Bull. soc. roy. de Belgique 1912 Bd. 40 p. 126.  
 —: 1. Stades amoeboides et palmellaires chez *Mallomonas mirabilis* n. s. 2. *Mallomonas calva* MASS. Arch. f. Protistenk. 1914 Bd. 34 p. 79.  
 —: Contributions à l'étude des Chrysonomades. Acad. de Belgique. Bull. de la Class. des sciences 1920 No. 5.
- CORNU: Fähigkeit der Algen, der Kälte zu widerstehen. Bull. de la soc. de bot. France 1878 T. 79.
- DOFLEIN, F.: Untersuchungen über Chrysonomaden. III. Arten von *Chromulina* und *Ochromonas* aus dem badischen Schwarzwald und ihre Cystenbildung. Arch. f. Protistenk. 1923 Bd. 46 p. 267.  
 —: Idem. IV. Über einige aus dem Schwarzwald stammende noch nicht genügend bekannte oder neue Chrysonomaden. Ibid. p. 328.
- DREŻEPOLSKI, ROM.: Przyncsynek do znajomości polskich Euglenin. Kosmos. Bull. de la soc. polon. des naturalistes a Leop. 1925 Vol. 50 p. 173.
- EWART, A. J.: The action of cold and of sunlight upon aquatic plants. Annals of Botany 1898 Vol. 12 p. 366.
- FISCHER, A.: Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. PRINGSH. Jahrb. 1891 Bd. 22 p. 155.
- GEITLER, L.: Cyanophyceae. Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz Heft 12. Jena 1925.
- GIMESI, N.: Hydrobiologiai Tanulmányok (Hydrobiologische Studien). I. Phlyctidium Eudorinae GIM. n. sp. K. M. Természettudományi Társulat Növénytani Szakosztályának 1924. Budapest 1924.
- GÖPPERT, H. R.: Einwirkung des Frostes. Bot. Zeitschr. 1875 Bd. 53 p. 615.  
 —: Einwirkung des Frostes. Ibid. 1878 Bd. 62.
- GRAN, H. H.: Diatomaceae of the ice-floes and Plankton of the arctic Ocean. The norwegian North Polar Expedition 1893/96 Nr. 11.

- KNAUTH, K.: Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biol. Zentralbl. 1898 Nr. 18.
- : Beobachtungen über den Gasgehalt der Gewässer im Winter. Ibid. 1899 Bd. 19.
- KOLKOWITZ, R.: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1908 Bd. 24.
- : Die Beziehungen des Kleinplanktons zum Chemismus der Gewässer. Mitt. a. d. Reichs-Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung Heft 14. Berlin 1911.
- : Plankton und Seston. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1912. Berlin 1912.
- : Quantitative Studien über das Plankton des Rheinstromes. I. Mitteilung. Mitt. a. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung Heft 16. Berlin 1912.
- : Das Plankton des Rheinstromes von seinen Quellen bis zur Mündung. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1912 Bd. 30. Berlin 1912.
- : Plankton und Seson. II. Ibid. Bd. 36.
- : Pflanzenphysiologie. II. Aufl. Jena 1922.
- KOLKOWITZ, R. u. MARSSON, M.: Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung. Berlin 1902.
- KYLIN, H.: Über die Kälteresistenz der Meeresalgen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1917 Bd. 35 p. 298.
- LAKOWITZ: Die winterliche Microfauna und Microflora des Klostersees bei Karthaus i. Westpr. Die niedersten Pflanzen und Tierformen des Klostersees. Schriften d. naturf. Ges. in Danzig 1900 N. F. Bd. 10.
- LAUTERBORN, R.: Über die Periodizität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwässer. Verh. d. naturhist. med. Vereins zu Heidelberg 1893 N. F. Bd. 5 p. 103.
- : Über das Vorkommen der Diatomeengattungen *Atheya* und *Rhizosolenia* in den Altwässern des Oberrheins. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1896 Bd. 14 p. 11.
- : Eine neue Chrysomonadineengattung (*Palatinella cyrtophora* nov. gen., nov. spec.). Zool. Anz. 1906 Bd. 30 p. 423/428.
- LEMMERMANN, E.: Das Phytoplankton sächsischer Teiche. Ibid. Teil VII 1899.
- : Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. XV. Das Phytoplankton einiger Plöner Seen. Ibid. Teil X 1903.
- : Algen I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg 1910 Bd. 3.
- : Euglenimae. In: A. PASCHER, Die Süßwasserflora Deutschlands. Heft 2. Flagellaten II. Jena 1913.
- : Flagellaten I. Ibid. Heft 1. Jena 1914.
- : Tetrasporales. 5. Heft von PASCHER's Süßwasserflora. Jena 1915.
- LIESEGANG, R. E.: Über das Erfrieren der Pflanzen. Flora 1906 Bd. 96 p. 523.
- LINDEMANN, E.: Studien zur Biologie der Teichgewässer. Zeitschr. f. Fischerei N. F. Berlin 1915.
- : Untersuchungen über Süßwasserperidineen und ihre Variationsformen. Arch. f. Protistenk. 1918 Bd. 39.
- : Untersuchungen über Süßwasserperidineen und ihre Variationsformen. II. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 1918. Berlin 1920.
- : Technische Winke für die Untersuchung von Süßwasserperidineen. Mikrobiol. Monatshefte 12. Jahrg. 1922/23. Berlin-Steglitz.
- LIST, TH.: Das Plankton einiger Kolke des Altrheins bei Erfelde und ein Vergleich des Kolkplanktons mit dem einiger Teiche in der Umgebung von Darmstadt. Arch. f. Hydrobiol. 1918 Bd. 12.

- LOZERON, H.: La repartition verticale du plancton dans le Lac de Zürich. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. Zürich 1902 47. Jahrg.
- MAXIMOW, N. A.: Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren der Pflanzen. PRINGSHEIM's Jahrb. 1914 Bd. 53 p. 327.
- MEZ, C.: Neue Untersuchungen über das Erfrieren eisbeständiger Pflanzen. Flora 1905 Bd. 95 p. 89.
- MOLISCH, H.: Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897.  
—: Über das Erfrieren in Colloiden. Flora 1907 Bd. 97 p. 121.
- NATHANSON, A.: Vertikale Wasserbewegung und quantitative Verteilung des Planktons im Meere. Analen der Hydrogr. u. maritimen Metereolog. Berlin 1906.  
—: Über die allgemeinen Produktionsbedingungen im Meere. Int. Revue f. d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. 1908 Bd. 1.
- NAUMANN, E.: Amen är Trachelomonas volvocina EHRBG. för orsakad vegetationsfärgning. Botaniska Notiser för ar 1911. Lund.  
—: Bidrag till kännedomen an vegetationsfärgningar i fölvatten. Ibid. 1914.  
—: VIII. Eine Vegetationsfärbung durch Scenedesmus quadricauda (TURG.) BREB.  
—: IX. Ein neuer Fall eines vegetationsfärbenden Trachelomonetum volvocinae.  
—: Über einige besonders auffällige Hochproduktionen aus Nannoplankton im Süßwasser. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1919.  
—: Notizen zur Systematik der Süßwasseralgen. Arkiv för Botanik 1919 Bd. 16 Nr. 2.  
—: Beiträge zur Kenntnis des Teichnannoplanktons III. Einige Gesichtspunkte zur Beurteilung des biologischen Effekts der vegetationsfärbenden Hochproduktion. Biol. Zentralbl. 1919 Bd. 39.  
—: Plankton und Seston. Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden Abt. IX Teil 2, 1. Hälfte Heft 1.  
—: Die Rohkultur des Heleoplanktons. Ebenda.  
—: Die Arbeitsmethoden der regionalen Limnologie. Einige Hauptprobleme der modernen Limnologie. Handb. d. biolog. Arbeitsmethoden Abt. IX. Methoden zur Erforsch. d. Leist. d. tierischen Organismen Teil 2, 1. Hälfte Heft 3, p. 543—588.
- OLTMANN, F.: Morphologie u. Biologie der Algen. Jena 1922.
- PASCHER, A.: Chrysomonadinen. in: Der Großteich bei Hirschberg in Nordböhmen. Monographien und Abhandl. zur Int. Revue d. ges. Hydrob. u. Hydrogr. Heft 1 1910.  
—: Über Nannoplanktonen des Süßwassers. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 29 S. 523.  
—: Chrysomonadinae. Cryptomonadinae. Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz Heft 2. Flagellaten 2. Jena 1913.  
—: Studien über die rhizopodiale Entwicklung der Flagellaten I. Arch. f. Protistenk. 1915 Bd. 36 p. 81.  
—: Flagellaten und Rhizopoden in ihren gegenseitigen Beziehungen. Arch. f. Protistenk. 1917 Bd. 38 Heft 1.
- PETERSEN, I. B.: Om Synura uvella STEIN og nogle andre Chrysomonadinen. Vidensk. Medd. Dansk naturh. foren 1918 Bd. 69 p. 345.
- PICTET, R.: Arch. d. scienc. phys. et naturell d. Genève 1893 III. Sér. Bd. 30 p. 311.
- PFEFFER, W.: Pflanzenphysiologie 1897 2. Aufl.
- REVERDIN, LUIS: Etude phytoplantonique expérimentale et descriptive des eaux du lac de Genève. Arch. des scienc. physiques et naturelle 1919 Vol. I.

- SCHÄDEL, A.: Produzenten und Konsumenten im Teichplankton. Arch. f. Hydrob. und Planktonk. 1917 Bd. 11.
- SCHERFFEL, A.: Über die Cyste von Monas. Arch. f. Protistenk. 1924 Bd. 48 p. 187.
- : Beitrag zur Kenntnis der Chrysomonaden. Arch. f. Protistenk. 1912 t. d. 25 p. 153.
- SCHILLING, A. J.: Dinoflagellaten. Flagellaten Heft 3 in PASCHER's Süßwasserflora Deutschlands. Jena 1913.
- SCHÖNFELD, H.: Bacillariales. Ibid. 1913 Heft 10.
- SCHRÖDER, Br.: Attheya, Rhizosolenia und andere Planktonorganismen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1897 Bd. 15.
- SCHRÖDER, B.: Das Plankton der Oder. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1897 Bd. 15 p. 482.
- : Das Plankton des Oderstromes Plöner Forschungsber. 1900 Bd. 7.
- STEINECKE, Fr.: Das Phytoplankton masurischer Seentypen. Bot. Arch. 1923 Bd. 3.
- STEUER, Cr.: Planktonkunde. Leipzig-Berlin 1910.
- STRASSBURGER, E.: Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmersporen.
- THIENEMANN, A.: Die Faktoren, welche die Verbreitung der Süßwasserorganismen regeln. Arch. f. Hydrob. u. Planktonk. 1913 Bd. 8.
- : Wesen, Wert und Grenzen der biologischen Wasseranalyse. Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genußmittel 1914 Bd. 27 Heft 1.
- : Das Nannoplankton ostholsteinischer Seen. Verh. d. Intern. Vereinigung f. theoretische u. angew. Limnologie. Stuttgart 1923.
- VOLK, R.: Die bei der Hamburger Elbe Untersuchung angewandten Methoden zur quantitativen Ermittlung des Planktons. Mitt. a. d. Naturh. Mus. in Hamburg XVIII. Jahrg. 1900. Hamburg 1901.
- WERMEL, E.: Beschreibung neuer Flagellaten aus Rußland. Neue oder wenig bekannte Protozoen XII. Arch. f. Prot. 1924 Bd. 48 p. 204.
- : Zur Biologie der Flagellaten eines Moortümpels. Ibid. p. 207.
- WISLOUCH, S., M.: Über das Ausfrieren (Kältetod) der Alge Stichococcus bacillaris NÄG. unter verschiedenen Lebensbedingungen. Bull. jard. imp. bot. St. Pétersbourg 1910 Bd. 10 p. 166.
- WITROCK, V.: Über die Schnee- und Eisflora, besonders in den arktischen Gegenden. Studien und Forschungen, veranlaßt durch meine Reise im hohen Norden von A. E. v. NORDENSKIÖLD. S. 67. Bot. Zentrabl. 1883 Bd. 14 p. 386.
- WOŁOZYŃSKA, J.: Das Phytoplankton einiger javanischer Seen mit Berücksichtigung des Sawa-Planktons. Extr. du Bulletin de l'acad. des sciences de Cracovie. Cl. d. scienc. math. et natur. sér. B. scienc. natur. Juin 1912.
- : Polnische Süßwasserperidineen. Bulletin de l'Academie des science de Cracovie. Classe des sciences mathematiques et naturelles. Serie B. Science Naturelles. Okt.-Dez. 1915. Cracovie 1916.
- : Neue Peridineenarten nebst Bemerkungen über den Bau der Hülle bei Gymno- und Glenodinien. Dasselbst 1917.
- ZACHARIAS, O.: Über die Ursache der Verschiedenheit des Winterplanktons in großen und kleinen Seebecken. Forschungsber. d. Biol. Station zu Plön 1899 Bd. 7.