ÖSTERREICHISCHE

BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

LXXIII. Jahrgang, Nr. 1—3. Wien, Jänner—März 1924.

Beiträge zur Kenntnis des Pflanzenlebens mitteleuropäischer Gewässer. I—III.

Von **Josef Schiller** (Wien).

(Mit Tafel I und 2 Textabbildungen.)

I. *Trachelomonas biseta* spec. nov., *Tetrastrum heteracanthum* (Nordstedt) Chodat, *Characium gracile* spec. nov.

(Mit Abbildung 1.)

Unter den Euglenineen zeigt die Gattung *Trachelomonas* Ehrenbg. die größte Artenzahl. Lemmermann führt in seiner bekannten Bearbeitung dieser Gattung[1]) bereits 49 Arten an, die größtenteils in Europa leben. Es wäre ein ziemlich billiges Vergnügen, durch daraufhin eingestellte Untersuchung des Nannoplanktons lediglich mitteleuropäischer Teiche diese Zahl um einige Dutzende zu vermehren[2]).

Wenn ich hier eine neue *Trachelomonas*-Art beschreibe, so geschieht dies deshalb, weil sie einem bislang nur mit zwei Arten (*Tr. setosa* Zykoff, *Tr. americana* Lemmerm.) vertretenen ökologischen Typ angehört, der durch wenigstens körperlange Borsten (Stacheln), somit durch einen vollkommenen Schwebeapparat ausgezeichnet ist. (Siehe Lemmermann, a. a. O., S. 144, Fig. 263 und 270.)

1. ***Trachelomonas biseta,*** spec. nov. — Abb. 1, Fig. 1. Vergr. 540.

Gehäuse kugelig, 13—16 μ im Durchmesser, mit aufsitzendem, etwa 2·5 μ hohem Kragen und zwei dem Kragen diametral gegenüber, in 3—4 μ Abstand voneinander inserierten Borsten, die durchschnittlich 75 μ lang, an ihrer Basis etwas dicker, gegen die Spitze sehr dünn ausgezogen sind[3]). Die Borsten sind leicht gebogen und elastisch biegsam.

---

[1]) Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 2, Flag. II., S. 142.

[2]) Conrad, Ann. biolog. lac., VIII. (1916), S. 203.

Chodat R., Algues de la region du grand St. Bernh. Bull. soc. bot. Gen., 1921, S. 302.

[3]) In der Zeichnung wurde ein Exemplar mit dickeren Borsten wiedergegeben. Meist sind sie viel dünner.

Geißel dreimal körperlang. Zwei Chromatophoren, gelbbraun, uhrglasförmig, der Gehäusewand anliegend. Oligosaprob.

Fundort: Lichtenbergerteich bei dem Dorfe Schönborn bei Rumburg, Nordböhmen. Anstehendes Gestein: Basalt. Wasserfarbe: braunrötlich, klar. Teich etwa 600 m lang, 400 m breit, 2·5 m tief. Beobachtet August 1923; selten.

Bis jetzt sind nicht viele Flagellaten weder aus dem Süß- noch Meerwasser mit langen Schwebeborsten oder -Nadeln bekannt. Bei den Süßwasserflagellaten finden wir solche Schwebeeinrichtungen eigentlich nur in der Gattung *Mallomonas*, unter den marinen bei *Cladopyxis setifera* Lohm, einer seltenen Peridiniee, bei denen wir nur gelegentlich noch die Hörner der Ceratien borstenartig dünn werden sehen (z. B. *Ceratium flagelliforme*), dann bei manchen Gattungen der Coccolithophoriden (*Acanthoica*, *Halopappus*, *Michaelsarsia*, *Calciosolenia*, *Calcioconus*) und einer letzthin von mir gefundenen *Rhabdosphaera*-Art (*Rh. longistylis*).

Denn Geißeln und vollkommenste Schwebeeinrichtung (d. h. aus Borsten und Nadeln gebildet) stellen einen Apparat dar, der bezüglich des Bewegungsphänomens solange disharmonisch erscheinen muß, bis wir das Verhältnis der motorischen Kraft der Geißel und den Reibungswiderstand eines gegebenen Schwebeapparates annähernd richtig rechnungsmäßig ermitteln können. Vorderhand sind nur bei einigen wenigen solcher Organismen die spezifischen Bewegungeu beobachtet worden, am besten wohl von Kofoid[1]) bei *Triposolenia*. (Ob solche „borstige und stachlige" Flagellaten gegenüber den das Plankton konsumierenden Tieren besser geschützt sind, ist eine andere Seite des Problems.) Bei *Tr. biseta* und den im selben Teich zugleich auftretenden *Mallomonas caudata* und *M. fastigata* konnte man leicht ihre langsamen, ruhigen, gewissermaßen „bedächtigen" Bewegungen beobachten, die in schroffem Gegensatz zu den flinken und plötzlichen Bewegungen der *Trachelomonas*-Arten und anderen im selben Wasser auftretenden Flagellaten standen, die der Schwebeinrichtung entbehrten.

2. ***Tetrastrum heteracanthum*** (Nordstedt) Chodat. — Abb. 1, Fig. 2. Vergr. 540.

Im selben Teiche fand ich gleichzeitig eine Chlorophycee, Fig. 2, die zweifellos das bisher nur aus Schweden bekannte *Tetrastrum heteracanthum* (Nordstedt) Chodat darstellt. Die wenigen Exemplare, die ich im August 1923 im Netzplankton sah, stimmten in Zellform und -Größe (7 μ) mit der von Nordstedt entdeckten Form überein[2]). Nur in

[1]) Kofoid C. A., On the significance of the asymmetry in *Triposolenia*. (Univ. of Calif. publ. Zoology, Bd. 3, Nr. 8, 1906.)

[2]) Siehe „Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz" von A. Pascher, Heft 5, *Chlorophyceae*, II., Fig. 262, S. 179.

einem unwesentlichen Merkmale, der Stachellänge, ergaben sich Unterschiede, da bei meiner Form beiderlei Stacheln mehrfach länger als bei der schwedischen sind. Die langen Fortsätze maßen bei der böhmischen Form 46 μ, bei der schwedischen 14 μ, die kleineren dort bis 22 μ, hier 8 μ. Doch ist das Verhältnis der Stachellängen bei beiden Formen gleich, wie 1 : 2. Gefunden im Netzplankton desselben Teiches im August 1923. Seltene Form.

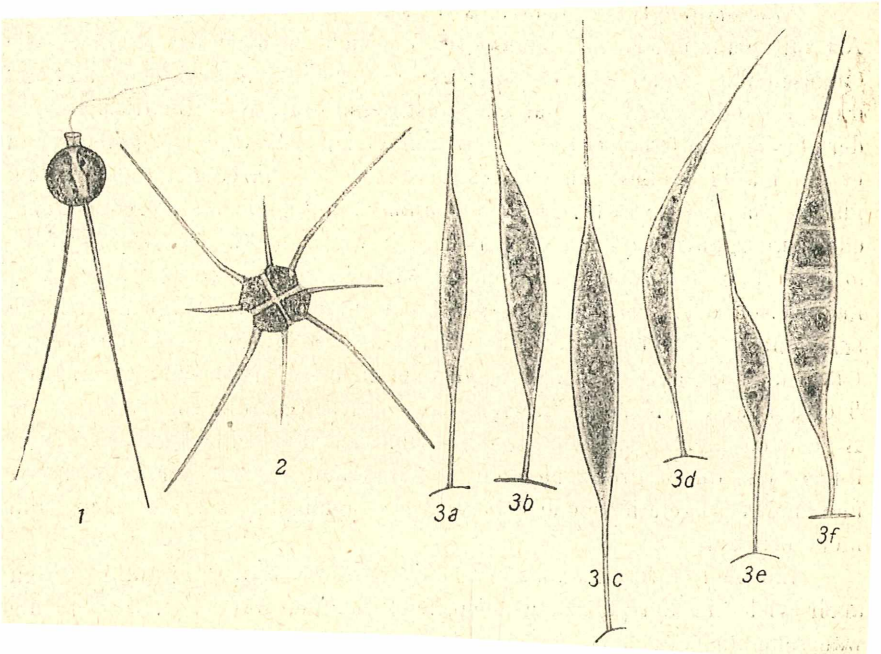


Abbildung 1.

Fig. 1. *Trachelomonas biseta*, n. sp., 540fach vergr. — Fig. 2. *Tetrastrum heteracanthum* (Nordst.) Chod., 540fach vergr. — Fig. 3. *Characium gracile*, n. sp., 1350fach vergr., bei *e* und *f* im Beginne der Gametenbildung.

3. ***Characium gracile***, spec. nov. — Abb. 1, Fig. 3*a*—*f*. Vergr. 1350.

Zellen spindelförmig, meist gerade, bisweilen auch etwas gekrümmt, nach unten einen fadenförmigen Stiel bildend, der mit einem anscheinend plattenförmigen Haftorgane versehen ist. Der Scheitel geht in eine lange, hyaline, sehr dünne, borstenförmige Spitze (Schnabel) aus. Die Gesamtlänge schwankt bei den zahlreich gesehenen Individuen, je nach dem Alter, zwischen 30 und 60 μ, die Breite zwischen 2—5 μ. Ein Chromatophor mit einem Pyrenoid. Zellen nur frei schwebend (planktonisch) im Nannoplankton gesehen.

Fundorte: Wien, im Ententeich des Schönbrunner Tiergartens hier im Frühjahr und Sommer (Hauptvegetationszeit im April und Mai) beobachtet; Lichtenbergerteich bei Rumburg, Nordböhmen, hier im August spärlich gefunden [1]).

Meine Art hat eine gewisse Ähnlichkeit mit *Characium gracilipes* F. D. Lambert aus Nordamerika, von der sie durch ihre geringere Größe und die Spindelform ihres Körpers leicht zu unterscheiden ist.

Characium gracile ist meines Wissens die erste bekannte *Characium*-Art mit planktonischer Lebensweise. Vielleicht ist diese nur in die sessile eingeschaltet. Denn das Vorhandensein der basalen Scheibe deutet auf diese hin oder zeigt an, daß sie einst sessil war. Für die Feststellung der ersteren Möglichkeit bot der Ententeich günstige Gelegenheit, da er ein mäßig großes, künstliches Becken mit senkrechten, gemauerten, glatten Wänden darstellt. Das *Characium* konnte nur an diesen Wänden oder an Organismen ansitzen. Indem ich von den Wänden den Bewuchs loslöste und mit dem Planktonnetz auffing, konnte ich die Alge nicht nachweisen oder, richtiger gesagt, nicht in größerer Menge als ich sie sonst mit dem Netze Nr. 20 fing. Ebenso ergebnislos blieb die genaue Untersuchung der immer nur sehr spärlichen Crustaceen und anderen Tiere, soweit ich selbe fangen konnte. Als Grundbewohner kann die Alge auch nicht gedeihen, da der Grund aus Faulschlamm besteht und infolge des durch große Mengen Plankton und Detritus stark getrübten und meist vegetationsgefärbten Wassers genügend starkes Licht ihn nicht erreicht.

Zur Zeit ihres maximalen Auftretens, im Frühjahr 1923, traten auch viele in Fortpflanzung begriffene Stadien auf (Fig. 3*e*, *f*), die wahrscheinlich, nach an anderen Arten gemachter Erfahrung, Gameten hervorbringen werden. Die Höchstzahl der gesehenen Teilungszellchen betrug 16. Sie ist gering gegenüber der von F. D. Lambert für sein *Ch. gracilipes* angegebenen Zahl von 64 Zellen, aber durch die weit geringere Größe meiner Art erklärlich. Die Kleinheit meiner Form und die mühselige Gewinnung mittels Zentrifuge nahmen mir die Lust, die Fortpflanzung näher zu studieren; hiezu bot mir eine andere Art bessere Gelegenheit.

Characium gracile kann als ein nicht häufiges Musterbeispiel für jene Phytoplanktonten bezeichnet werden, die noch die morphologischen Merkmale der festsitzenden Arten ihrer Gattung zur Gänze aufweisen und doch nicht bloß vegetativ, sondern auch reproduktiv als Planktonten leben.

---

[1]) Die Art wird in meinem Hydrobiolog. Präparatenwerk, Verlag Th. O. Weigel, Leipzig, unter Frühjahr-Heloplankton, Nannoplankton, Ser. I, 2c, herausgegeben werden.

II. Über *Colacium vesiculosum* Ehrenbg.

(Mit Abbildung 2.)

Im August 1923 fischte ich in der Ortschaft Schönborn bei Rumburg, Nordböhmen, in dem kleinen (25 m langen, 15 m breiten) Teiche bei dem Gasthause „Zum Goldflößel" mit einem Seidennetz Nr. 20 Plankton, das ein Crustaceen-Plankton war und aus *Daphnia longispina* O. F. M., *Bosmina longirostris* O. F. M. und *Diaptomus gracilis* G. O. S. in großen Mengen bestand. Fast vergebens suchte ich nach der pflanzlichen Bevölkerung; wenige Euglenen, hin und wieder eine *Mallomonas caudata* und *Spirogyra*-Fäden schienen sie allein zu bilden. Davon konnten unmöglich die zahlreichen Krebschen ihren Hunger stillen. Da fiel mir auf, daß viele derselben dem freien Auge fast grün erschienen und die mikroskopische Untersuchung ergab, daß die meisten mit *Colacium vesiculosum* Ehrenbg. und *Characium*[1]) bewachsen waren und daß außerdem unter der Schale in den Hohlräumen oft massenhaft ein großes, wurstförmiges *Characium*[1]) lebte. Der grün gefärbte Darminhalt der Crustaceen bestand aus der oben erwähnten *Euglena* (die sich als zu *Colacium* gehörig erwies), aus *Colacium* und besonders aus großen Mengen birnförmiger Schwärmer.

Es mußte also die pflanzliche Bevölkerung anders zusammengesetzt sein, als es das Netz kundtat und so nahm ich, wie immer, auch sogleich hier die Gewinnung und Untersuchung des Nannoplanktons vor. Dasselbe enthielt pro Liter Wasser am 14. August, $^1/_2$4 Uhr nachmittags, 48 *Mallomonas caudata* Zykoff, etwa 270 *Euglena-Colacium*-Zellen und gegen 2400 größere und kleinere birnförmige Schwärmer (nebst wenigen *Spirogyra*-Zellen und -Sporen) und 52 von obigen drei Krustern. Das blieb die Bevölkerung während der neuntägigen Beobachtungszeit und von jenen Pflanzen deckten die drei Kruster ihren Nahrungsbedarf.

Da mir der Teich genügend Material für eine Untersuchung der Lebensgeschichte des *Colacium* bot, machte ich mich an die Arbeit, zumal die schon 1883 von Klebs[2]) gemachte Äußerung, daß die Gattung in manchen Beziehungen bisher aus Mangel an genügendem Material nicht genauer untersucht worden ist, heute nach genau 40 Jahren meines Wissens noch voll gilt.

Colacium ist bekanntlich eine auf einfachen oder verzweigten Gallertstielen festsitzende Gattung der *Euglenaceae*, deren Zellorganisation

---

[1]) Die Entwicklungsgeschichte ergab, daß es die ungeschlechtliche und die geschlechtliche Form des *Characium Hookeri* und *Ch. limneticum* ist. Siehe diese Zeitschrift, Seite 14 ff.)

[2]) Klebs G., Über die Organisation einiger Flagellatengruppen. Unters. d. botan. Institutes Tübingen, I. (1883), S. 321.

im übrigen mit der Gattung *Euglena* bis auf die fehlende Geißel übereinstimmt. Sie besitzt auch ein bewegliches Stadium — ich nenne es das *Euglena*-Stadium —, in welchem völlige Übereinstimmung mit *Euglena* herrscht.

Die *Colacium*-Zellen saßen an beliebigen Stellen der Oberfläche vorhin genannter Crustaceen, ohne Bevorzugung einzelner Teile des Körpers, bald einzeln, bald dicht gedrängt, dabei förmlich einen Rasen bildend. Größe und Gestalt wechselten. Erstere meist zwischen 27—57 μ Länge und 20—25 μ Breite in dem Sinne, daß die sich ansetzenden Individuen immer kleiner sind und im seßhaften Zustande bis zu einer gewissen Größe wachsen. Die Seßhaftigkeit, d. h. das *Colacium*-Stadium, ist somit einer Ruheperiode nicht gleichbedeutend. Der Eintritt ins *Colacium*-Stadium erfolgt aus dem *Euglena*- oder einem kriechenden (amöboiden) Stadium. Im ersteren Falle wird die Geißel abgeworfen und das in beiden Stadien farblose Vorderende (Geißelpol) legt sich der Unterlage mit einem sich scharf abhebenden Ringe fest an (Abb. 2, Fig. 7, 8). Dieser wird wesentlich gebildet aus 10—20 durch starkes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnete Körnchen (Abb. 2, Fig. 7—9), die bisweilen noch durch einen gelblichen oder braungelblichen Farbton charakterisiert sind.

Rings um die Anheftungsstelle breitet sich im Verlaufe weniger Minuten Gallerte aus, die aus dem Geißelpol ausströmt. Die Strömung kann an den von der Anheftungsstelle weggehenden Körnchenbahnen beobachtet werden, darin die Körnchen sehr langsam gegen die Peripherie des Schleimfleckes fließen, wobei sie immer kleiner werden, weil sie selbst zu Schleim sich auflösen. So zeigt Abb. 2, Fig. 8 die Körnchenstrahlen bei diesem erst vor 22 Minuten angesetzten Exemplare, während das bei dem schon durch 12 Stunden sitzenden Individuum (Abb. 2, Fig. 9) nicht mehr recht der Fall ist. Mit dieser Schleimmasse sind die *Colacium*-Zellen gewissermaßen am Panzer der Krebse festgeklebt, festgewurzelt. Sonst würden sie durch den Wasserdruck weggeschwemmt.

Nach mehrstündigem Festsitzen beobachtete ich eine sonderbare braunrote oder rostgelbe Verfärbung der Schleimplatte. Ungefärbt bleibt aber die vom *Colacium* direkt berührte Fläche (runder Fleck), in deren Umgebung der Farbton am intensivsten ist, denn gegen die Schleimgrenze nimmt er häufig ab. Die oben erwähnten Körnchenstrahlen können durch die Färbung scharf hervortreten. Sowohl an den frisch gefangenen als auch an den in Fläschchen gehaltenen Krustern sah ich oft solche verlassene und gefärbte Schleimflecke, die, soweit die mir kurz bemessene Beobachtungszeit reichte, durch drei Tage unverändert blieben. Nun entwickelten sich an den Krustern in den Kulturen natürlich bald zahlreiche Bakterien. Die Oberfläche der Krebse war dann oft dicht

mit ihnen besäet, nur die besetzten, wie verlassene gefärbten Schleimflecke waren unbevölkert. (Die Kultur des *Colacium* nahm ich so vor, daß die mit der Alge gut bewachsenen obigen Krebschen in drei bis fünf Exemplaren in Gläschen und Tuben zu 25—50 cm³ Inhalt gebracht und an ein Südfenster gestellt wurden.) Diese besonders auf den gefärbten Gallertpolstern leicht und oft festgestellte Tatsache des fast völligen Fehlens der Bakterien kann ich mir nur so erklären, daß darin eine bakterienfeindliche Substanz enthalten ist. Nun wuchs auf denselben Krebsen, gleichfalls auf freilich viel längeren Gallertstielen, das *Characium Hookeri*. Obwohl dieses als relativ hochstehende Chlorophycee verwandtschaftlich gar nichts mit *Colacium* zu tun hat, sind interessanterweise die Gallertstiele auch hier auf einem wie bei *Colacium* entstehenden, gefärbten und von Bakterien freibleibenden Gallertpolster verankert.

Über meine Bitte unterzog Kollege Privatdozent Dr. Gustav Klein vom pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität die Algenstiele einer chemischen Untersuchung, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei. Er schreibt mir folgendes:

„Bei dem Mangel an eindeutigen makrochemischen und noch mehr mikrochemischen Ergebnissen über die chemische Beschaffenheit der Algengallerten, noch dazu bei der Kleinheit der vorliegenden Objekte, mußte man sich von vornherein darauf beschränken, die Zugehörigkeit der Gallertstielsubstanz in einen der drei bekannten Schleime festzustellen.

1. Pektinschleime:

Methylenblau, bei beiden Algen die Stiele schwach blau gefärbt. Membranen tief blau. Rutheniumrot, Membranen tief angefärbt, Stiele und Ansatzstellen schwach getönt. Die sonst zur vollständigen Ausfärbung günstige Vorbehandlung mit Eau de Javelle war unmöglich, da sich binnen wenigen Minuten die Substanzen lösen.

2. Die Prüfung auf Zelluloseschleime eindeutig negativ.

3. Desgleichen die Prüfung auf Kallose.

4. Prüfung auf Eiweißsubstanzen (Millon und Xanthoprotein), sowie Ausfärbung mit Eosin und Lichtgrün negativ.

Die Stiele bestehen auf keinen Fall aus Eiweißderivaten, wie ein Vergleich mit den daneben sitzenden Vortizellen zeigt. Auch eine theoretisch mögliche Zusammensetzung aus abgeschiedenen Lipoidsubstanzen, auf die die Erscheinungen bei der Abscheidung hinweisen, ist nicht der Fall.

Darnach scheinen am ehesten pektinartige Substanzen, wie sie Klebs bei den meisten Algen (gelegentlich auch mit ähnlichen Bildungserscheinungen) fand, auch hier vorzuliegen.“

1. Übergang des *Euglena*-Stadiums ins *Colacium*-Stadium.

In dem am Spätnachmittage gefischten Teichplankton konnte man relativ am öftesten den Übergang der Flagellaten aus dem *Euglena*- ins *Colacium*-Stadium beobachten. Dabei wurde bei geringer metabolischer und kriechender Bewegung die Geißel abgeworfen und das Anheften mit dem farblosen Vorderende ging innerhalb weniger Minuten vor sich. Ein solches 22 Minuten altes *Colacium* stellt Abb. 2, Fig. 8 dar. Die von mir beobachteten Stadien hatten meist die Gestalt wie Abb. 2, Fig. 8 [1]), seltener bildeten sie kurze Gallertstiele, wie Abb. 2, Fig. 9 und nie sah ich in diesem Teiche so lange Gallertstiele, wie sie Lemmermann [2]) in der Süßwasserflora abbildet.

Öfters wird auch zwischen das *Euglena*- und *Colacium*-Stadium ein in der Dauer nach nicht festgestelltes, amöboides Stadium eingeschaltet (siehe Abb. 2, Fig. 3 u. 4). Abb. 2, Fig. 7 zeigt ein solches, 12 Minuten altes *Colacium*. Eben hat das Vorderende den Körnchenring ausgebildet. So blieben einige beobachtete Individuen drei Tage lang. Ob eine Weiterentwicklung zu den in Abb. 2, Fig. 8 u. 9 dargestellten Typen erfolgt, konnte in meinen Versuchen nicht festgestellt werden. Tier und Pflanze lebten schließlich auch unter ganz veränderten und ungünstigen Bedingungen in meinen Versuchsgläschen.

Das *Colacium*-Stadium stellt gegenüber dem *Euglena*-Stadium kein Ruhestadium im physiologischen Sinne vor; Assimilation und Wachstum stehen nicht still. Denn an Paramylon arme Colacien werden allmählich daran sehr reich und damit schon anfänglich gut versorgte Individuen weisen bald noch größere Mengen auf. Ferner hatten kleine Exemplare schon nach 4—5 Stunden an Größe merklich zugenommen. Der grüne Farbton verliert nichts von seiner Lebhaftigkeit und das Stigma bleibt erhalten; es wird freilich nicht selten durch das massenhaft vorhandene Paramylon mehr oder weniger verdeckt.

2. Übergang des *Colacium*- ins *Euglena*-Stadium.

Dieser Übergang ging meist ganz plötzlich vor sich. Nichts deutet noch auf die Loslösung vom Kruster hin und schon hat das *Colacium* seinen Platz oder sein Gallert-Postament verlassen, bewegt sich oft nur wenige Minuten kriechend auf dem Krebschen und schwimmt plötzlich davon, ohne daß der Beobachter das Hervortreten der Geißel zu sehen bekam. Ein wenig anders dürften sich die auf dem Gallertstiel sitzenden und mit dünner Gallerthülle versehenen *Colacium vesiculosum*-Exemplare verhalten, die — nach einer einzigen Beobachtung an anderem Material —

---

[1]) Einen solchen Fall beobachtete auch Klebs, a. a. O.

[2]) *Eugleninae* in Pascher, Die Süßwasserflora, Heft 2, S. 152, Fig. 312b.

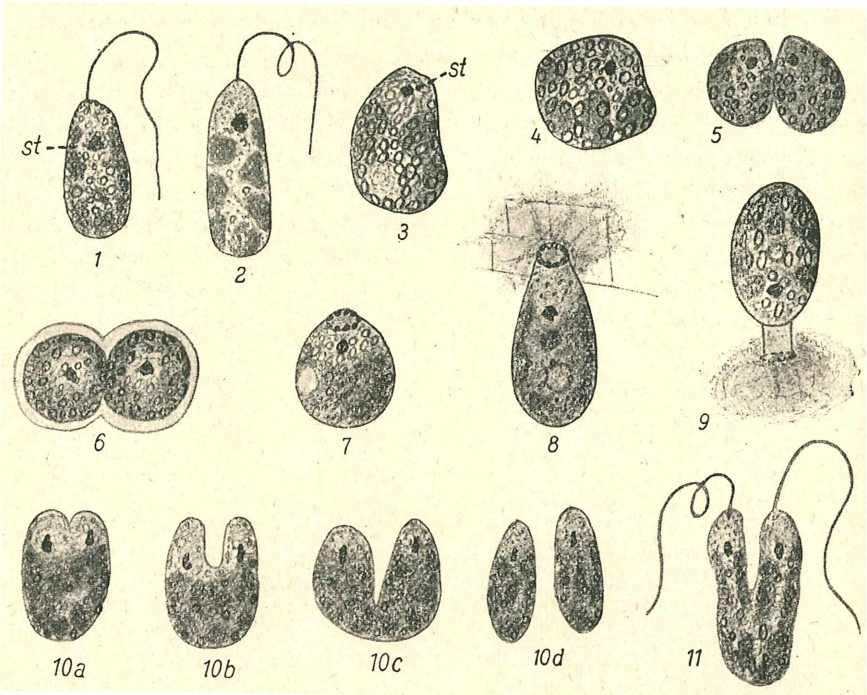


Abbildung 2. *Colacium vesiculosum*, 540 fach vergrößert.

Fig. 1. Frisch gefischtes *Euglena*-Stadium. Paramylonkörner zahlreich, Chromatophoren dadurch undeutlich. *St* Augenfleck (Stigma).

Fig. 2. Frei bewegliches *Euglena*-Stadium. Durch Kultur unter ungünstigen Bedingungen, Paramylon-Körner geschwunden, Chromatophoren jetzt sichtbar, 7 Plättchen.

Fig. 3, 4. Auf den Crustaceen kriechende (amöboide), geißellose, große und ganz mit Paramylon gefüllte Individuen, kurz vor der Teilung.

Fig. 5. Zwei im amöboiden Zustand eben durch Teilung entstandene Individuen.

Fig. 6. Zwei mit Gallerthülle umgebene Individuen in einem mehrere Tage dauernden Ruhestadium.

Fig, 7. *Colacium*-Stadium, eben aus dem amöboiden hervorgehend. Schief von oben gesehen. Körnchenring schon ausgebildet. 12 Minuten alt.

Fig. 8. *Colacium*-Stadium, 22 Minuten alt. Schief von oben gezeichnet, um den Körnchenring zu zeigen. In seiner Umgebung die ausgeschiedene und gelbbraun oder rostgelb gefärbte Schleimplatte mit den vom Geißelpol (Körnchenring) strömenden Körnchenbahnen. Die geraden Linien geben Panzerstrukturen des Krebses wieder.

Fig. 9. *Colacium*-Stadium mit Gallertstiel, Körnchenring und Gallertpolster.

Fig. 10 *a*, *b*, *c*, *d*. Teilung nach Geißelabwurf, bei Metabolie im amöboiden Zustand auf den Krustern. Stadium Fig. 10 *a* um $9^h 50'$, Fig. 10 *b* um $9^h 57'$, Fig. 10 *c* um $10^h 02'$, Fig. 10 *d* um $10^h 07'$, Besitz der Geißeln um $10^h 15'$.

Fig. 11. Teilung im *Euglena*-Stadium, schwimmend und bei lebhafter Metabolie. Dauer der Teilung bei diesem Individuum 52 Sekunden, Temperatur 19^0 C.

vermutlich erst längere Zeit kriechend auf den Cladoceren sich bewegen. Deren Wegschwimmen sah ich nicht.

Alle drei in jedem Fange reichlich vorhandenen Stadien unseres Flagellaten wiesen, unabhängig von der Fangstunde des Tages (8—21), meist so reichlich Paramylonkörner auf, daß sich Zahl und Gestalt der Chromatophoren erst feststellen ließen, als ich einige mit *Colacium* reichlich besiedelte Krebse in oben mehrfach erwähnte Kulturgläschen brachte, in denen sich Brunnenwasser befand. Wenn dies nachmittags 16 Uhr geschah, so verloren die Stadien, besonders die *Euglena*-Stadien, bis längstens Mittag des nächsten Tages das Paramylon bis auf kleine und wenige Körnchen und nun waren die Chromatophoren als kleine, unregelmäßig umgrenzte, grüne Platten zu 5—8 gut wahrzunehmen (Abb. 2, Fig. 2). Weder die Schwimm-, noch die metabolischen Bewegungen der *Euglena*-Stadien waren dadurch qualitativ und quantitativ verändert.

Dreitägige Kultur in obiger Weise (in Brunnen- und Teichwasser) auf lebhaft beweglichen Tieren brachte die Algen nicht zu lebhafterer Assimilation und zu vollem Ersatz des im vorherigen Versuch verlorenen Paramylons. Es geht daraus wohl hervor, daß die Alge ihren Paramylonvorrat schnell verbraucht und raschen Wasserwechsel und mit bestimmten Nährstoffen versehenes Wasser zum Gedeihen benötigt; denn die Alge kommt auf den flinken Krustern beständig mit neuen Wasserteilchen, d. h. Nährstoffen, in Berührung und sie sind in günstiger Lichtlage, da die drei obigen Crustaceen nur in der obersten Wasserschichte sich tagsüber aufhalten.

Wenngleich die Vorgänge beim Übergang aus einem in das andere Stadium, wie oben gesagt wurde, gut gesehen werden konnten, gelang es doch nicht, die Ursachen des Aufgebens des *Euglena*-Stadiums und und des Eintrittes ins *Colacium*-Stadium zu erkennen. Die Beobachtung, daß dies gegen Abend öfters eintritt als in den übrigen Tagesstunden, besagt zunächst wohl nichts weiter, kann aber durch Dunkelversuche ausgewertet werden, wie überhaupt die ganze Frage durch Experimente geklärt werden muß, für die manche meiner Beobachtungen eine Grundlage bieten können.

3. Die Vermehrung.

Lemmermann gibt in seiner obzitierten Bearbeitung der *Eugleninae* auf S. 151 an, daß die Teilung bei *Colacium* im unbeweglichen Zustande erfolge. Ich habe niemals diese Teilung gesehen, auch nie in dem untersuchten Material zwei Individuen auf gemeinsamem Gallertstiel bemerkt, der notwendigen Folge einer solchen Teilung, wohl aber reichlich Teilungen des *Euglena*- und des amöboiden Stadiums und ihre Dauer mit der Uhr verfolgt.

a) Teilung des *Euglena*-Stadiums.

Die Teilung des freischwimmenden *Euglena*-Stadiums erfolgt unter lebhaften Schwimm- und geringeren metabolischen Bewegungen zu jeder Tageszeit. Solche in Vorbereitung zur Teilung befindliche Individuen schwimmen zunächst langsam, bleiben dann ruhig, die alte Geißel geht verloren; man sieht zwei helle Flecken, die geteilten Kerne, am Geißelpol bemerkt man eine leichte Einkerbung, die beginnende Körperteilung, je eine neue Cilie sprießt rasch vor und damit setzt allmählich die lebhafteste Schwimmbewegung ein, die man bei Flagellaten überhaupt zu sehen bekommt. Pfeilschnell schießen die Individuen hin und her, drehen sich um ihre Längsachsen, überschlagen sich, streben auseinander. Indessen ist die Zerteilung weiter vorgeschritten und alsbald hängen die Teilstücke nur an einem dünnen Verbindungsstück noch aneinander. Diese Teilung vom auftretenden Spalt am Geißelpol an dauerte bei Temperaturen zwischen 18° und 22° C 40 Sekunden bis 1 Minute 10 Sekunden.

b) Teilung in geißellosen Zuständen.

1. Im amöboiden Zustande, hervorgegangen aus dem *Euglena*-Stadium.

Noch leichter sieht man bei unserem Flagellaten die Teilung an geißellosen Individuen. Die *Euglena*-Stadien landen auf den Krustern, verlieren die Geißeln, langsam kriechende und metabolische Bewegung tritt auf den Panzern der Krebse auf (Abb. 2, Fig. 3, 4) und alsbald beobachtet man die Einkerbung am hellen Vorderende. Die Zerteilung geht aber jetzt langsamer vor sich als vorhin und dauerte bei 18° C 2—5 Minuten (Abb. 2, Fig. 5).

2. Teilung im amöboiden Stadium, hervorgegangen aus dem *Colacium*-Stadium.

Wie oben auf S. 8 gesagt wurde, geht die Loslösung der Colacien vom Gallertstiel oder Gallertpolster meist plötzlich ohne irgendwelche vorherige Anzeichen vor sich und auch diese noch geißellosen, auf den Krebsen kriechenden Individuen können sich teilen. Bei dem in Abb. 2, Fig. 10*a* dargestellten Individuum erfolgte die Loslösung am 23. August 1923 um 21^{h40}. Sofort trat langsam kriechende und metabolische Bewegung auf der unter dem Deckglas liegenden und nur hin und wieder sich bewegenden *Daphnia longispina* ein. Um 9^{h50} bildete sich am Vorderende der Spalt (Abb. 2, Fig. 10*a*). Fig. 10*b* 9^{h57}, Fig. 10*c* 10^{h02}, Fig. 10*d* 10^{h07}, Geißelbildung und Abschluß der Teilung um 10^{h15}. Somit dauerte auch die Teilung (des Körpers) länger als obige im *Euglena*-Stadium.

3. Teilung (?) im Ruhestadium.

In den gegen Abend ausgeführten Fängen saßen zahlreiche Individuen unseres Flagellaten oft dicht gedrängt auf den Krebsen, oft so dicht, daß sie sich polygonal abplatteten und ein förmliches Pflaster auf dem Rücken und den Flanken des Krebses entstand. In diesem Zustand blieben die Individuen teils nur über Nacht, teils tagelang und umgaben sich mit einer durchsichtigen, aber soweit ich urteilen kann, mit einer recht konsistenten Schleimhülle (Abb. 2, Fig. 6). Dabei lagen oft zwei Zellen, mit gemeinsamer Schleimhülle umgeben, dicht nebeneinander (Abb. 2, Fig. 6), die sehr wohl Tochterzellen einer während der Nacht vor sich gegangenen Teilung sein könnten; auch deshalb, weil bei *Euglena* Teilung im Ruhezustande bekanntlich oft vor sich geht.

4. Teilung im *Colacium*-Stadium. (Nicht beobachtet!)

Schon oben wurde darauf verwiesen, daß die Teilung der auf Gallertstielen sitzenden Colacien von mir nicht gesehen wurde, auch nichts, was auf sie hindeutete. Es scheint auch von anderer Seite dieser Vorgang noch nicht genau beobachtet und beschrieben worden zu sein, da ich in der Literatur keine Angaben fand.

Jedenfalls ist die Vermehrung vielseitig und erstaunlich groß und begreiflich wird es, daß in den Teichen sehr häufig alle Daphnien, Bosminen, *Diaptomus* u. a. schon von den Jugendstadien an so dicht mit *Colacium* besiedelt sind, daß nicht bloß diese Entomostraken, sondern auch die Wasserfarbe völlig grün erscheinen.

4. Ruhestadien.

Oben habe ich betont, daß das *Colacium*-Stadium physiologisch und ökologisch mit einem Ruhestadium nichts zu tun hat. Dem Flagellaten kommt vielmehr das gewöhnliche Ruhestadium der *Euglena*-Arten zu. Das *Euglena*-Stadium läßt sich auf den Krustern nieder, wie oben gesagt, oft dicht gedrängt, die Geißel wird abgeworfen, die kriechende Bewegung hört langsam auf, unter Abscheidung einer Gallerthülle, durch die oft viele Individuen bei dichtem Zusammensitzen miteinander verkleben. Das Stigma kann oft undeutlich werden, verschwindet jedoch nie. Das Ausschlüpfen der Zellen aus der Gallerthülle und den Eintritt ins *Euglena*-Stadium sah ich leider nicht. Die längste Beobachtungsdauer solcher Zellen betrug vier Tage. Keinerlei Veränderung der Zellen bezüglich Größe, Farbton der Chromatophoren und Paramylons trat dabei ein.

5. Systematische Folgerungen.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht hervor, daß die bisherige allgemeine Ansicht zu Unrecht bestand, es sei das *Colacium*-

Stadium die typische und eigentümliche vegetative Form des Flagellaten. Weder die Dauer gegenüber dem *Euglena*-Stadium, noch das Mengenverhältnis der beiden Stadien während der Zeit der Untersuchung des Teichwassers lassen das *Colacium*-Stadium als das dominierende erscheinen. Wenn man bisher das *Colacium* als die eigentliche Vegetationsform des Flagellaten ansah, so kommt die Schuld dem Planktonnetz zu, das die Krebse mit den Colacien fängt, das *Euglena*-Stadium jedoch durchschlüpfen läßt. Vom ökologischen und phylogenetischen Standpunkte hat die Gattung *Colacium* kaum Berechtigung, denn sie ist eine typische *Euglena*, die sich eben zeitweilig festsetzt. Rein formale Systematik fand darin freilich eine bequeme Handhabe.

Die Einschaltung eines auf Gallertstielen oder Gallertpolstern sitzenden Stadiums ist bei den Algen eine wiederkehrende Erscheinung. Ich führe nur einige Fälle an, z. B. *Chlamydomonas* (*Chl. mucicola* und *Chl. stipitata*), *Stylodinium*.

6. Die Algen in Symbiose mit den Crustaceen.

In der Einleitung ist darauf verwiesen, daß die Untersuchung des Netz- und Nannoplanktons ergab, daß die in beträchtlicher Menge vorkommenden Crustaceen ihren Nahrungsbedarf mangels anderer Phytoplanktonten nur von den *Colacium-Euglena*-Zellen und *Characium* decken konnten, deren bewegliche Stadien das freie Wasser, deren unbewegliche ihren Körper besiedelten. Der grüne Darminhalt gab hievon gleichfalls Zeugenschaft. In einem Teiche hei Neusiedl am Neusiedler See beobachtete ich im Mai 1921 die gleichen Verhältnisse. Diese und andere Beobachtungen lehren, daß die obigen Entomostraken zeitweilig ihren Nahrungsbedarf von den auf ihnen angesiedelten Pflanzen, sobald sie frei werden, decken, ja darauf angewiesen sind[1]). Man darf sich bei einer so häufigen Erscheinung wohl fragen, ob die Algen den Tieren nicht noch andere Vorteile bieten. Meine freilich einfachen Versuche zeigten, daß die dicht besiedelten *Daphnia-longispina*-Individuen die Gefangenschaft in den oben erwähnten kleinen Gläschen durch vier Tage sehr gut vertrugen. Sie schwammen munter herum, während die nur mit wenigen Colacien bedeckten schon nach 10—15 Stunden — zwar lebend — am Boden lagen und nur selten sich erhoben. Offenbar sind jene Kruster durch die Sauerstoffausscheidung der Algen gefördert gewesen und man darf im Anschluß an die von Kammerer[2]) experimentell festgestellte Symbiose zwischen Libellenlarve und *Oedo-*

---

[1]) Storch O., Der Fangapparat der Daphnien für Nannoplankton. (Verhandl. d. Deutschen zoolog. Gesellschaft, E. V. Bd. 27, 1922.

[2]) Kammerer P., Symbiose zwischen Libellenlarve und Fadenalge. (Archiv für Entwicklungsmechanik, 25., 1908, S. 52.

gonium undulatum auch für unsere Kruster annehmen, daß sie imstande sind, stärkerer Verunreinigung und CO_2-Ansammlung zu trotzen und auch gegen Ektoparasiten geschützt sind. Unsere Kruster werden aber nicht bloß mit Sauerstoff versorgt, die Algen beschatten und kühlen sie auch in dem stark erwärmten und durchsonnten Teichwasser. Daß auch die Algen erheblichen Vorteil durch die Krebse haben könnten, wurde oben schon erwähnt (rascher Wasserwechsel).

Man kann zurzeit nur in groben Umrissen das symbiontische Verhältnis zwischen *Colacium-Euglena* und den Crustaceen skizzieren. Jedenfalls bietet es dem experimentierenden Biologen ein Thema von Bedeutung, wenn man bedenkt, daß fast jedes sommerliche Teichplankton Krebse als passive Pflanzenhalter zeigt.

III. Die geschlechtliche Fortpflanzung von *Characium*.

(Mit Tafel I.)

Schon in dem vorhergehenden Teile dieser Arbeit habe ich erwähnt, daß zugleich mit *Colacium vesiculosum* auf denselben drei Planktonkrebsen *Characium* in zwei Arten siedelte. Die eine, auf der Oberfläche der Krebse wachsend und auf langen Gallertstielen sitzend, stimmt mit *Characium Hookeri* (Reinsch) Hansgirg überein. Die andere lebt auf der Innenseite der Schale in Hohlräumen, sehr selten auf ihr und ist zweifellos mit *Characium limneticum* Lemmermann identisch.

1. *Characium Hookeri* (Reinsch) Hansgirg.

(Taf. I, Fig. *a—h*, Vergr. 540fach)

Dieses *Characium* sitzt erwachsen auf 1·5 μ dicken, farblosen oder im unteren Drittel oft rostgelb oder braunrot gefärbten massiven Gallertstielen, die anfangs kürzer, dann gleichlang oder bis zweimal länger als die Zellen sind (Taf. I, Fig. *b—f*). Die Zelle ist länglich-oval, 28—40 μ lang und 13—17 μ breit. Meine Exemplare sind somit größer als den (von Reinsch übernommenen) Angaben Brunnthalers[1]) entspricht (Länge 15—24 μ, Breite 4—8 μ). Solche Größenunterschiede sind wohl von günstigen Vegetationsbedingungen abhängig. Der Querschnitt der Zellen ist gleichfalls oval bis ± kreisförmig. Den Scheitel sieht man abgerundet, seltener geht er etwas schärfer aus. In ganz seltenen Fällen saß eine kegelförmige Spitze auf (Taf. I, Fig. *e*). Vom Gallertstiele schließt sich die Zelle durch eine dünne Wand ab, sobald sie erwachsen ist und zur Fortpflanzung schreitet.

---

[1]) Brunnthaler J., *Protococcales*, S. 83 u. 84 in A. Pascher, Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 5, *Chlorophyceae*, II.

Taf. I, Fig. *a* stellt ein ganz junges Entwicklungsstadium von *Characium Hookeri* dar. Es ist wahrscheinlich ein befruchteter weiblicher Gamet, an den noch die Gestalt und der kleine, rote Augenfleck erinnert. Das Festsetzen erfolgt am Geißelpol unter Ausbildung eines Körnchenringes, der genau so wie bei *Colacium vesiculosum* (siehe früher, auf S. 6) entsteht. Alter des Stadiums maximal 5 Stunden. Das Wachstum ging nun bei Temperaturen zwischen 16—18° C intensiv vor sich und umfaßte alle Teile der Pflanze, so daß nach 13 Stunden das Stadium *b* entwickelt war. Hier hat der Zellkörper seine definitive Größe erreicht; nur der Gallertstiel wächst weiter. Dieser wird zwischen den vergrößerten Körnchenring und den gefärbten Teil der Zygote in der Weise eingeschoben, daß die ungefärbte Partie des Geißelpoles teilweise zu Gallerte verquillt und verbreitert dem größer gewordenen Körnchenringe aufsitzt (Taf. I, Fig. *b*). Durch lebhafte Gallertbildung vom Geißelpol aus wird der Stiel länger und dadurch die Pflanze immer höher gehoben. Sobald die Zelle zur Bildung der Zoosporen schreitet, schließt sie sich durch eine Wand vom Stiel ab. Es kann nun keine Gallerte mehr an den Stiel abgesondert werden, seine weitere Verlängerung geht auf Kosten seiner Dicke durch Streckung vor sich (Taf. I, Fig. *c*—*f*).

Von der Basis des wachsenden Gallertstieles erfolgt die Bildung einer Schleimplatte genau wie ich dies schon bei *Colacium vesiculosum* schilderte (siehe vorhergehenden Abschnitt, Textabb. 2 auf S. 9, Fig. *b*—*e*). Die strömenden Körnchenbahnen kommen hier infolge des rapiden Wachstums meist noch schärfer zur Beobachtung als bei *Colacium* und die Schleimplatte erreicht bei kolonieweisem Auftreten des *Characium* (Taf. I, Fig. *f*) bisweilen eine beträchtliche Dicke (2 μ) und einen Durchmesser bis zu 50 μ, ja 70 μ. Ihre völlige Übereinstimmung mit *Colacium* betrifft nicht bloß die Entwicklung, sondern auch den Chemismus, da schließlich auch hier die gleiche gelbbraune bis rostgelbe Färbung des Schleimes auftritt, die auch bei *Characium* das untere Drittel des Stieles noch mitfärbt (Taf. I, Fig. *f*, die beiden äußeren Stiele). Die völlig analoge Entwicklung der Schleimplatte bei diesen beiden systematisch weit auseinander stehenden Pflanzen findet in der gleichen Funktion — der festen Verankerung des Stieles — eine weitere Analogie.

Die Vermehrung. Zoosporenbildung.

Zoosporenbildung ist bekanntlich bei manchen *Characium*-Arten oft leicht zu beobachten. Auch hier trat sie täglich auf. Auffallend war die große Geschwindigkeit, mit der sie vor sich ging. In den späten Nachmittagsstunden, besonders aber in der Zeit von 6—10 Uhr früh,

trat sie während der Beobachtungstage (14.—17. August 1923) regelmäßig auf. Die auf Taf. I, Fig. *b* dargestellte Pflanze zeigte um 8 Uhr früh am 14. August 1923 das mit dem Zeichenapparate aufgenommene Bild. Bei 19° C war bereits 35 Minuten später die erste Teilung mit auf der Längsachse der Zelle schiefer Teilungswand aufgetreten und schon 21 Minuten nachher lagen vier fast reife Zoosporen in der Zelle, die einige Minuten nachher die ersten Ortsbewegungen vollführten und um 9 Uhr 2 Minuten ausschwärmten. Bei den in Fig. *f*, Taf. I dargestellten Pflanzen waren die Zoosporen bei 20° C, von der ersten Teilung an gerechnet, in 48 Minuten reif (d. h. die erste Ortsveränderung zeigend).

Es scheint von inneren Verhältnissen abzuhängen, ob 4 oder 8 Zoosporen gebildet werden. Immerhin war es auffällig, daß an zwei sehr heißen Tagen fast nur 8 Zoosporen entwickelt wurden. Im kommenden Sommer hoffe ich, darüber durch Versuche mehr zu erfahren.

Die Zoosporen zeigen die gewöhnliche Birnform (Taf. I, Fig. *g*, *h*). Die zu vier gebildeten haben die Dimensionen L = 20 μ, Br = 9 μ; die zu acht L = 15 μ, Br = 7 μ. Wenn man das Volumen der zweierlei Zoosporen berechnet, was durch die annähernd kegelförmige Gestalt leicht möglich ist, so ergibt sich ein Verhältnis der Volumina wie 2:1. Es verteilen eben die in der Größe nur ganz wenig schwankenden Zellen ihren Inhalt auf 4 oder 8 Teile, deren Volumen sich natürlich wie 2:1 verhalten muß. Der Chromatophor blieb auch bei den 8 Zoosporen lebhaft grün, das Stigma war relativ groß und stets lebhaft rot gefärbt. Auffallend schlecht sichtbar sind die vermutlich 2 Geißeln. Wiewohl ich eine ziemliche Erfahrung im Beobachten der Geißeln bei Süßwasser- und Meeresalgen erlangt habe, war ich doch nicht in der Lage, mir völlige Sicherheit betreffs Zahl und Länge der Geißeln bei diesen Schwärmsporen zu verschaffen. Sie sind sehr zart und schwer sichtbar, auch nie in Ruhe. Überdies verweilten die Schwärmsporen mit Vorliebe an und in den Krebschen, darauf sie entstanden, und bei Anwendung von Jodalkohol zerflossen sie fast völlig. Ich habe daher in den beiden Fig. *g*, *h*, Taf. I die Geißeln weglassen müssen und glaube, daß ich während einer längeren Untersuchung im kommenden Jahre den Mangel werde beheben können. Es wäre ganz unzulässig, in der verschiedenen Größe der Schwärmsporen geschlechtliche Tendenzen und etwa Kopulation vermuten zu wollen. Nicht die leiseste Andeutung davon war je zu sehen. Solche verschieden große Zoosporen sah schon Reinhardt[1]) (Makro-, Mikro-Zoosporen), ebenso deren

[1]) Reinhardt L., Entwicklungsgeschichte der Characien. (Inst. Jahresber., 4., 50; Protokoll d. Sekt.-Sitzg. d. 5. Vers. russ. Naturf. u. Ärzte in Warschau 1876.)

Keimung. Die vermutlich auf diese Zoosporen zurückgehende Angabe von Makro- und Mikro-Gameten für *Characium* durch Brunnthaler[1]) ist unstatthaft.

2. *Characium limneticum* Lemmermann.

Geschlechtliche Fortpflanzung.

Dieselben drei Planktonkrebse, besonders *Daphnia longispina*, die außen *Characium Hookeri* tragen, hatten auf der Innenseite alle Stadien eines zweiten *Characium*, dessen jüngste (gesehene!) in Fig. 1, Taf. I dargestellt sind. Der spindelförmige Zellkörper geht in zwei sehr feine Borsten aus, besitzt ein grünes Chromatophor, ein Pyrenoid und ein großes, lebhaft rotes Stigma. Das Vorhandensein des Augenfleckes kennzeichnet das noch ganz junge Entwicklungsstadium. Die Pflanzen waren in größerer Zahl auf den meisten alten, aber kaum auf jungen Tieren zu sehen. Auch die Weiterentwicklung konnte bequem verfolgt werden, wenn man solche frisch gefangene Krebse mit der Pipette auf den Objektträger brachte und für eine gewisse Wassererneuerung sorgte. Auch durch Verbringen der Tiere mit geeigneten *Characium*-Stadien in die früher (S. 7) erwähnten kleinen Kulturgläschen und durch in 10 Minuten langen Intervallen erfolgte Untersuchung waren günstige Ergebnisse zu erreichen. Die Entwicklung der Pflanzen ging bei den herrschenden hohen Temperaturen flott vor sich. So ergab die Weiterentwicklung des Stadiums Fig. 1 nach 20 Minuten bei 21° C das Stadium Fig. 2, Taf. I, wobei der Inhalt sich zu teilen begann. Die beiden hellen Flecken rechts und links sind die Pyrenoide[2]). Das Stigma ist noch sichtbar, jedoch kleiner und blässer. In Fig. 8, Taf. I ist die Teilung des Inhaltes der sich rasch halbmondförmig krümmenden Zelle fast ganz vor sich gegangen. Das Stigma war sehr blaß und in einzelne Tröpfchen aufgelöst. Das Stadium Fig. 3 ist 4 Minuten älter als Fig. 2. Die nächste Jungpflanze (Fig. 4, Taf. I) ist 12 Minuten älter als Fig. 3; sie ist gewachsen, robuster geworden und die Fortsätze krümmten sich. Der Zellinhalt ist geteilt. Schon nach weiteren 20 Minuten war der Inhalt gevierteilt, die ganze Zelle auch wesentlich gewachsen. Fig. 5, Taf. I: Pyrenoide blieben gut als helle Flecken sichtbar. Die Teilung in 10 Portionen kam nach 1 Stunde 24 Minuten zur Beobachtung. Die Entwicklung der weiteren Stadien konnte ich an diesem Individuum nicht weiter verfolgen, da der Krebs durch Druck gelitten hatte und starb. Die Stadien 1—6 hatten ihren anfangs schön grünen Farbton in einen gelblich grünen verändert. Diesen Wechsel

[1]) A. a. O., S. 76.

[2]) Smith G. M., Zoospore formation in *Characium Sieboldi* Al. Brauns. Cytological studies in *Protococcales*. (Ann. of Bot., 1916, 30., 459.)

der Chlorophyllfarbe glaubte ich anfänglich auf eine Schädigung der Alge zurückführen zu sollen, bis sich durch Auffindung aller Folgestadien zeigte, daß männliche und weibliche Gameten gebildet werden.

Die ersteren sind sehr klein (Fig. 8 und 9, links, Taf. I) und nur schwach gelblich grün gefärbt. Ihre Gestalt ist auffällig schlank, länglich oval, fast spindelförmig, weil auch nach rückwärts zugespitzt. Die Länge beträgt ca. 12 μ, die Breite 4·5 μ. Im Verhältnis zu diesen Maßen ist das Stigma auffällig groß und hebt sich von dem blaß gelblich grünen Grunde durch seinen lebhaft roten Farbton auffällig ab. Auch hier bot mir die Beobachtung der Geißeln die gleichen Schwierigkeiten wie früher. Ich glaube — Irrtum vorbehalten —, nur eine annehmen zu können. Diese männlichen Gameten entwickeln sich in den Gametangien zu 128 (Fig. 8, Taf. I).

Neben solchen, durch die blaß gelblich grüne Färbung und die lebhaft roten Augenflecke der Gameten ausgezeichneten, männlichen Gametangien lagen solche von gleicher Größe und Gestalt, doch von frischer, grüner Färbung. Sie enthielten birnförmige Körper, die wesentlich größer waren als die männlichen Gameten. In Größe und Gestalt stimmen sie fast mit den zu vier gebildeten Zoosporen überein, sind schön grün gefärbt, besitzen jedoch ein nur sehr kleines, oft gar nicht oder nur schwer wahrnehmbares Stigma. Wiewohl ich an zwei Nachmittagen (von den drei Untersuchungstagen) zwischen $^1/_2$2—5 Uhr die großen Gameten — es sind die weiblichen — sah, gelang es mir ebenso wenig wie bei den männlichen und den Zoosporen, absolute Gewißheit bezüglich der Cilien zu erreichen und kann ich nur sagen, daß jedenfalls eine (und wahrscheinlich nur eine!) ziemlich lange und kräftige Geißel vorhanden ist. Die Zahl der weiblichen Gameten in den mit den männlichen Gametangien in jeder Hinsicht gleichgebauten weiblichen Gametangien betrug immer 32.

Am 14. August 1923 um 2 Uhr 10 Minuten nachmittags ($14^h 10$) sah ich die männlichen Gameten durch einen weiten Riß ausschwärmen. Sie lagen vorher meist unbeweglich in dem Gametangium. Zunächst blieben sie im Schalenraum der *Daphnia*, waren ungemein lebhaft in der Bewegung, kaum je kam ein solcher Gamet zur Ruhe.

Drei Minuten später öffnete sich durch einen Spalt ein grünes Gametangium, das hart neben einem männlichen lag, und die oben beschriebenen großen, grünen Gameten schwärmten aus. Binnen wenigen Sekunden war der Behälter leer und nun tummelten sich die zweierlei Zellen lebhaft durcheinander, die kleinen sehr schnell und hastig, die größeren langsamer und ruhiger.

Nach schätzungsweise etwa einer Viertelstunde — die unerwartete Erscheinung hatte mich ganz in ihren Bann gezogen und ich vergaß auf

die Uhr — traten die ersten Kopulationen auf, deren Verlauf nichts Neues bot. Die ich sah, traten im Schalenraum auf; sie waren nicht sehr zahlreich, gegenüber den großen Mengen der Gameten, die im Laufe einiger Stunden ausschwärmten. Die meisten Gameten schwammen hinaus, umschwärmten den Krebs, ließen sich auch auf der Schale nieder, ohne daß die Geißel zur Ruhe kam. Ich habe gute Gründe zu der Annahme, daß auch an verschiedenen Teilen der Oberfläche der Krebse Kopulationen vor sich gingen, wiewohl ich nicht Augenzeuge derselben hier war, da eine so große Fläche bei stärkerer Vergrößerung nicht leicht zu kontrollieren ist.

Die Zygoten rundeten sich nicht ab, sie blieben birnförmig und durch etwa vier Stunden unverändert auf dem Krebse liegen. Am nächsten Morgen sah ich junge Stadien, wie ich eines in Fig. *a*, Taf. I festgehalten habe, mit sehr kleinem Augenfleck, die sich eben außen an der Seite einer *Daphnia* anhefteten. Es ergab sich nun die bedeutsame Frage, ob diese Stadien aus einer Zygote oder aus einer Zoospore entstanden waren. Das kleine Stigma deutete auf eine Zygote. Träfe dies zu, so wäre das *Characium Hookeri* die ungeschlechtliche Form und das *Characium limneticum* die geschlechtliche, die aus den Zoosporen jener hervorginge, worauf das selbst bei den jungen Stadien noch auffällig große und lebhaft rote Stigma hinzeigen würde (Fig. 1, 2, Taf. I). Es mußte nun durch Kulturen geprüft werden, ob diese Deutung zu Recht bestehe. Auf zwei Wegen versuchte ich, die Entwicklung und den Zusammenhang der beiden Pflanzen zu klären.

1. Die kopulierenden Gameten wurden genau verfolgt und die Ansiedlungsstelle ward mit dem Zeichenapparate festgehalten. Der Objektträger kam sodann in ein mit Wasser gefülltes Gefäß zur Verhinderung der Verdunstung des unter dem Deckgläschen befindlichen Wassers und dann stellte ich die Gefäße ans Fenster. Leider zeigten sich die Gameten sehr tückisch. Die Zygoten ließen sich an solchen Stellen des Krebses nieder, wo man sie nicht oder nur sehr schwer sah, oder sie verschwanden überhaupt unter dem Krebse. Die mit dem Zeichenapparat fixierten Zygoten waren oft durch die Bewegungen des Krebses von der Anheftungsstelle verschwunden, wenn ich nach je 10 Minuten die einzelnen Stadien kontrollieren wollte. Da viele Zygoten auch starben, so führte in der dreitägigen Untersuchung dieser Weg zu keinem Resultate.

2. Da schon anfangs die Beobachtung der Gametangien im Schalenraum ungünstig war, trennte ich Teile der Schale mit möglichst reifen Gametangien vom Krebse ab und versuchte so die Entleerung und die Weiterentwicklung der Gameten auf dem Objektträger zu beobachten.

Dieser Weg mußte mit Vorsicht betreten werden, da im verwendeten Teichwasser Zoosporen waren. Es zeigte sich weiters, daß die vom Krebse mit abgerissenen Gewebeteilchen und austretende Fettröpfchen das Wasser verunreinigten und bei der hohen Temperatur trat starke Bakterienentwicklung ein. Diese Schwierigkeiten wären zu beseitigen gewesen, wenn nicht meiner Arbeit eine Erkrankung schon am dritten Tage ein rasches Ende bereitet hätte. So wurde es mir unmöglich, den oben gedeuteten Zusammenhang der beiden Characien zu prüfen. Doch hoffe ich, im nächsten Sommer die gebliebenen Lücken auszufüllen.

Die reifen Gametangien (Fig. 7, 8, Taf. I) sind wurstförmig, 80—100 μ lang (ohne die Fortsätze, deren Länge von Individuum zu Individuum wechselt) und 15—20 μ breit. Das Scheitelende war bei den Pflanzen aus Schönborn fast durchwegs abgerundet (Fig. 6, 7, 8, Taf. I), das andere (basale) Ende geht mehr gleichförmig verjüngt oder scharf in den Stiel aus. Der Scheitelstiel ist bald länger (halbe Zellenlänge) und dann borstenartig dünn und fein, bald kürzer, diesfalls dicker und kurz nadelförmig. Der basale Stiel wechselt in seiner Länge gleichfalls stark. Er ist nadel- oder borstenförmig, seltener unregelmäßig (vermutlich passiv) gekrümmt (Fig. 7, Taf. I). Bei den im Schalenraum liegenden Gametangien sah ich nie deutlich das basale Ende; an den frei präparierten kann man meist ein kleines hyalines Scheibchen feststellen (Fig. 6, 7, 8, Taf. I). Die noch wachsenden Gametangien sind schlank und enden beiderseits stumpf keilförmig (Fig. 6, Taf. I). Exemplare der gleichen Art aus dem Lunzer See in Niederösterreich, die ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Lothar Geitler zu sehen bekam, waren viel schlanker als gleichaltrige Stadien aus dem untersuchten nordböhmischen Teiche. Und diese Variabilität gibt mir die Überzeugung, daß die Schönborner und Lunzer Pflanzen mit dem von Lemmermann[1]) in Schweden und auch in Italien gefundenen *Characium limneticum* identisch sind und die unwesentlichen Unterschiede das Resultat der chemischen und klimatischen Verschiedenheiten des Wassers und wohl auch des Einflusses der Tiere sein können, die sie tragen, da Lemmermann in Schweden die Pflanzen an *Diaphanosoma* fand. Wenn dieser Autor die Pflanzen nur oberflächlich gesehen haben sollte, so läge hierin ein partieller Unterschied gegenüber den böhmischen und niederösterreichischen Pflanzen, da diese fast immer in Schalenhohlräumen siedeln. Die Lunzer Pflanzen befanden sich in *Daphnia longispina*.

---

[1]) Lemmermann F., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. XVI. Phytoplankton von Sandhem, Schweden. (Botan. Notiser, 1903, 81., T. III, Fig. 7—10.)

Den Beweis für die starke Veränderungsfähigkeit der Pflanze unter dem Einflusse äußerer Verhältnisse erhielt ich durch die Kultur mit den in den Gläschen gefangen gehaltenen Krebschen, bei denen die sich entwickelnden Gametangien eiförmige Gestalt annahmen, die Fortsätze kurz und dick blieben. Besonderes Interesse weckten in mir diese Gametangien durch die sehr verringerte Zahl der gebildeten Gameten (Fig. 10 und 11, Taf. I), da nur 8 weibliche und 32 männliche Gameten entstanden. Geburt und Kopulation sah ich leider infolge der Erkrankung nicht mehr.

Die systematische Stellung von *Characium limneticum* bleibt bis zur Feststellung der Geißelzahl und -Länge zweifelhaft. Wenn erneute Untersuchung die Einzahl der Geißel bestätigt, dann ist es eine heterokonte Form, zu *Characiopsis* gehörig, und die geschlechtliche Differenzierung der Gameten würde dieser Gattung besonderen Rang zuweisen. Ähnlich würden zweigeißelige Gameten die *Characiaceae* als die am weitesten vorgeschrittenen Protococcalen kennzeichnen, da sie neben ungeschlechtlichen Zoosporen sogar geschlechtlich wohl differenzierte Gameten entwickeln, so daß wir bis zu den höchsten Gruppen der Chlorophyceen, den *Siphonales*, gehen müßten, um bei den Codiaceen und Bryopsidaceen männliche und weibliche Gameten analoger Art wiederzufinden (♂ Gameten [Spermatozoiden] gelblich gefärbt, sehr klein, spindelförmig; weibliche intensiv grün, groß, geringer beweglich).

In der behandelten Pflanze besitzen wir eine niedrig stehende Chlorophycee (bzw. Heterokonte), deren männliche Gameten (Spermatozoiden) ebenso wie jene der hochstehenden Chlorophyceen und Phaeosporeen durch Verlust des grünen, bzw. des braunen Farbstoffes gelblich oder fast farblos werden — das ist ein qualitativer, nicht bloß intensiver Unterschied des Farbtons —, wohingegen das Stigma intensiv gefärbt und wohl entwickelt auftritt. Umgekehrt bei den weiblichen Gameten (Eiern), die intensiv gefärbt sind, aber das Stigma verloren, bzw. sehr stark zurückgebildet haben. Für diesen Rückbildungsprozeß stellen die weiblichen Gameten von *Characium* wohl das beste bis jetzt bekannte Stadium. Denn das Stigma ist entweder als winziges rotes Pünktchen noch erhalten oder ganz verschwunden. Es ist unrichtig, die Entfärbung der Spermatozoiden mit der größeren Zahl der Teilungen gegenüber den Eiern in Abhängigkeit zu bringen, wie dies bei Autoren und ebenso in Oltmanns „Morphologie und Biologie der Algen“ an verschiedenen Stellen geschieht. Denn die Teilchen eines in 10 oder 100 Teile geschnittenen Bogens grünen Papiers werden alle gleich gefärbt sein. Das blasse, gelbliche Aussehen der männlichen Gameten ist doch wohl darauf zurückzuführen, daß die Bildung des Hämatochroms der Stigmen auf Kosten der Chlorophyll-, bzw. der Phaeophyceen-Farb-

stoffe erfolgt. Das beweist auch der stete Umschlag des grünen in einen gelblich grünen Farbton (z. B. der Ulventhalli und *Cladophora*-Äste) bei Ausbildung der Zoosporen und Gameten. Darauf habe ich erst unlängst hingewiesen[1]). Bei meinem *Characium* ist die Farbstoffmasse zu Beginn der Gametenbildung bei den männlichen und weiblichen Gametangien gleich groß; sie muß jedoch bei jenen den Farbstoff für viermal so viel Augenflecke hergeben als bei den weiblichen.

Tafelerklärung (Tafel I).

(Bei allen Figuren ist die Vergrößerung 540fach.)

Characium Hookeri (Reinsch) Hansgirg. Fig. *a—h.*

Fig. *a.* Ganz junges Stadium, höchstens 5 Stunden alt, wahrscheinlich aus einer Zygote entstanden.

Fig. *b.* Junge Pflanze, höchstens etwa 18 Stunden alt. Temperatur 16—18° C. Beobachtet am 14. August 1923, 8 Uhr.

Fig. *c.* Dieselbe Pflanze, 35 Minuten älter als Pflanze Fig. *b* am 14. August 1923 um 8^h 35; Inhalt zweigeteilt.

Fig. *d.* Dieselbe Pflanze, 21 Minuten älter als Pflanze Fig. *c* um 8^h 56, mit vier reifen Zoosporen.

Fig. *e.* Eine andere Pflanze mit acht reifen Zoosporen, mit großen, lebhaft roten Stigmen wie in *d.*

Fig. *b—e* zeigen die Gallertplatte mit den von gröberen Körnchen gebildeten Strahlen, darin der Gallertstiel fest aufsitzt.

Fig. *f.* Eine Kolonie von vier Pflanzen, festsitzend auf der gemeinsam ausgeschiedenen Gallerte, mit gröberen Brocken (Fremdkörpern?). Die ganze Schleimmasse ist bräunlich gelb gefärbt, ebenso die Stiele der beiden äußeren Pflanzen auf etwa $^1/_3$—$^1/_4$ ihrer Länge.

Fig. *g.* Eine Zoospore, zu acht gebildet; Zahl der Geißeln unsicher.

Fig. *h.* „ vier

Characium limneticum Lemmermann. Fig. 1—11.

Fig. 1. Ganz junge Pflanze, noch mit Stigma, vermutlich aus einer Zoospore von *Ch. Hookeri* entstanden. Temperatur 21° C.

Fig. 2. Dieselbe junge Pflanze, 20 Minuten später später. Der Inhalt beginnt sich zu teilen.

Fig. 3. „ 24 „ älter als Fig. 1. geteilt.

Fig. 4. „ 36 „ „ „ 1. ganz geteilt.

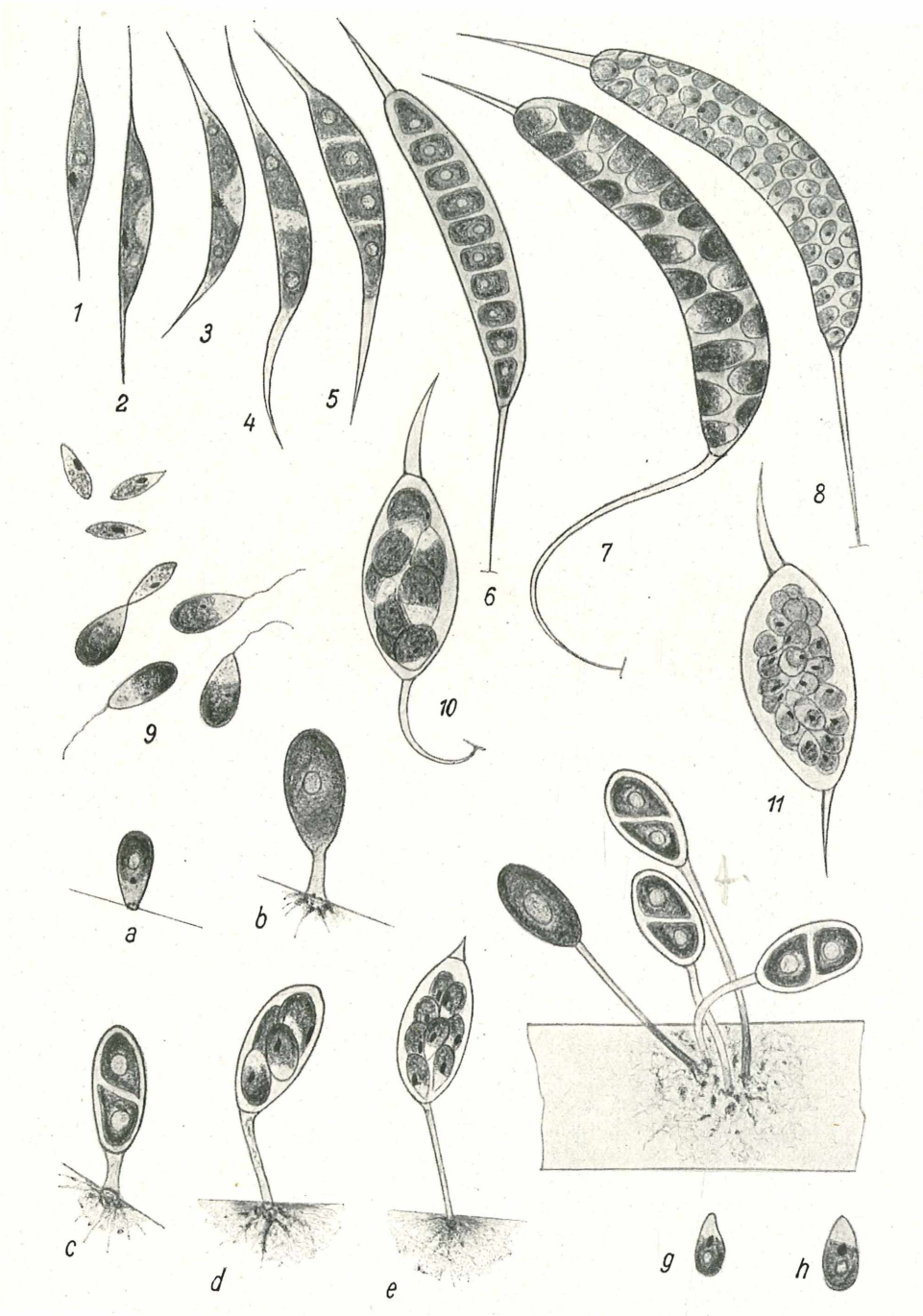
Fig. 5. „ „ „ 56 „ „ „ „ 1. viergeteilt.

Fig. 6. Pflanze erwachsen, Inhalt in 10 Zellchen geteilt.

Fig. 7. Pflanze im Zustand eines reifen weiblichen Gametangiums mit 32 (gez. nur 22) schön grünen weiblichen Gameten. Das basale Ende keilförmig und in einen langen, hier zufällig unregelmäßig gekrümmten Stiel ausgehend, mit winzigen meist sehr schwer sichtbaren Scheibchen. Scheitelende des Gametangiums gerundet, Augenflecke klein oder fehlend.

---

[1]) Schiller J., Beobachtungen über die Entwicklung des roten Augenfleckes bei *Ulva Lactuca.* (Österr. Bot. Zeitschr. 1923, 241.)



Gezeichn. v. Verfasser.

Fig. 8. Pflanze im Zustand eines reifen männlichen Gametangiums mit 132 (gez. nur die oberflächlich liegenden) Gameten (Spermatozoiden) von schwach gelblich-grünlicher Färbung und auffälligem Augenfleck.
Fig. 9. ♂ Gameten (Spermatozoiden) oben, ♀ Gameten unten. Dazwischen eine Kopulation.
Fig. 10. Ein durch Gefangenhalten der Krebse in kleinen Gläschen erzogenes weibliches Gametangium mit nur 8 ♀ Gameten.
Fig. 11. Ein ehenso erhaltenes männliches Gametangium mit nur 32 ♂ Gameten.
In den Fig. 7—11 gibt der Farbton der ♂ und ♀ Gameten den Grad der Grünfärbung an.

Keimungsphysiologie von *Draba verna, Thlaspi perfoliatum, Holosteum umbellatum* und *Veronica hederifolia.*

Von **Dr. Hedwig Ebner** (Wien).
(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien, Nr. 208 der zweiten Folge.)

Von den äußeren und inneren Bedingungen, die zur Samenkeimung notwendig sind, lassen sich die erstgenannten — soweit sie bekannt sind (Licht, Wärme, Wasser, chemische und mechanische Faktoren) — leicht künstlich hervorrufen, bzw. zuführen.

Wesentlich schwieriger ist die Erkenntnis der inneren Bedingungen. Die Veränderungen, die von der Samenreife an bis zur Auskeimung im Innern vor sich gehen, sind in mancher Hinsicht noch ungeklärt und unbekannt. Solche Stadien werden entweder als „Nachreife“ oder „Vorkeimung“ bezeichnet. Im ersten Fall findet ein nachträgliches Wachstum des noch unentwickelten Embryos im schon ausgereiften, von der Mutterpflanze losgelösten Samen statt. Andererseits ist es klar, daß der Prozeß der Vorkeimung als ein Wachstumsvorgang schon angelegter Organe im Sameninnern aufzufassen ist. An wieviel Samenarten aber auch solche Vorgänge festgestellt sein mögen — die Ursache zu diesem merkwürdigen Wachstum ist doch unbekannt. Es bleibt der Keimungsphysiologie vorbehalten, derlei Wachstumsprozesse zu beobachten und sie eventuell durch äußere Einwirkungen zu beeinflussen.

Die Ruheperiode, die für so viele Pflanzen charakteristisch ist, kann eine freiwillige oder unfreiwillige sein. Sie zu verschieben, abzukürzen oder womöglich ganz zu beseitigen, ist eine Aufgabe der Keimungsphysiologie und analog den Treibversuchen mit verschiedenen Organen der ruhenden Pflanze hat man auch die Ruheperiode des Samens durch ähnliche anregende Reizmittel aufzuheben versucht.

Die keimungsphysiologischen Arbeiten der letzten Jahre befassen sich namentlich mit dem Versuche, die Ruheperiode der verschiedenen Samenarten durch äußere Reize abzukürzen und möglicherweise auch gleichzeitig eine Erhöhung des Keimungsprozentes zu erzielen. So erwies

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: 073

Autor(en)/Author(s): Schiller Josef

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis des Pflanzenlebens mitteleuropäischer Gewässer. I-III. 1-23