Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

(Aus dem botanischen Institut der Universität in Zagreb.)

Notiz über den durch *Chromulina smaragdina* nov. spec. bedingten Smaragdglanz des Wasserspiegels.

Von
Jos. Gicklhorn.

(Hierzu 3 Textfiguren.)

I.

Bei mikrobiologischen Untersuchungen an den verschiedenen Freilandbassins im botanischen Garten zu Zagreb (Agram) fand ich anfangs Juni (7. VI. 1921) einen bisher unbeschriebenen Flagellaten, der in seinen morphologischen und biologischen Eigenschaften einige beachtenswerte Besonderheiten zeigte.

Als Massenvegetation bildet dieser Flagellat einen zusammenhängenden, sehr leicht zerstörbaren, staubähnlichen Belag auf dem Wasserspiegel und den nassen Erdrändern eines betonierten Beckens, das regelmäßig mit Humuserde, Ruß, Laub und Müll beschickt wird, um mit dem nachgefüllten und abgestandenen Jauchenwasser später zu düngen. Als zur Zeit der ersten Beobachtung das Bassin mit Brettern bedeckt war, fielen nach deren Abheben sofort mehrere prächtig grünglänzende, smaragdfarbene Streifen auf, die in ihrer Zahl und Richtung genau den vorher besonnten Lücken zwischen den Brettern entsprachen. Diese Streifen boten in grünem Glanze ein ganz ähnliches Bild, wie es *Chromulina* (= *Chromophyton*) *Rosanoffii* Bütschli in goldfarbigem Lichte zeigt. Wurden mit einer flachen Schale Proben dieser gefärbten Streifen abgehoben, so er-

schienen diese nur mehr in grauer, gelbbrauner bis rostroter Färbung, ganz ähnlich den ausgeschiedenen, leicht irisierenden Fe_2O_3-Schuppen und Krusten irgendeiner länger stehenden Eisensalzlösung. Auch durch verschieden variierte Art der Betrachtung — auffallendes und durchfallendes Licht, weißer oder dunkler Hintergrund, verschiedene Blickrichtung usw. — konnte nach dem Zerstören des ursprünglichen Überzuges der Wasserhaut die grüne Farbe nicht wieder bemerkt werden. — Nach der mikroskopischen Untersuchung ist dieser auffallende Farbenwechsel leicht aufzuklären.

Ein in der üblichen Weise hergestelltes Klatschpräparat (Molisch 5, p. 14), mit dem man bekanntlich intakt ein zusammenhängendes Stück der Wasserfläche abheben kann, zeigt zahllose, kugelige Flagellaten, in unregelmäßigen Abständen in eine Gallertschicht eingebettet. Diese auf dem Wasser flach ausgebreitete Gallerte nun ist oft in hohem Maße mit eingelagertem Eisenoxyd inkrustiert. Die Berlinerblauprobe gibt stets positive, kräftige Reaktionen, wobei sich die ungefärbten Flagellaten oder Stellen, wo jene ausschwärmten als reaktionsfreie, helle Höfe, abheben. Die Inkrustation mit Fe_2O_3 ist nur an älteren Stadien körnelig und leicht brüchig; junge Individuen dagegen zeigen in ihrer Gallerthülle eine vollständig homogene gelbe, gelbbraune bis tiefbraune Eisenablagerung. Die Membran, ebenso die protoplasmatischen Teile des jüngeren Flagellaten sind stets frei von auffallender Eisenspeicherung, ältere Stadien dagegen eisenhaltig. Die Eisenspeicherung ist in unserem Fall so konstant, daß man diesen neuen Flagellaten unbedingt zu den Eisenorganismen (im Sinne von Gaidukov und Molisch) wird rechnen müssen (siehe dazu Gicklhorn 2, p. 6.)

Die gelbbraune bis rostrote Farbe der Massenvegetation dieses Flagellaten ist sonach durch die Eisenoxydspeicherung in ausgeschiedener Gallerte zu erklären. Die smaragdgrüne Farbe dagegen ist auf eine Lichtreflexion an den Chromatophoren zurückzuführen, wobei die Eigenfarbe zu grünem Glanze durch die im Bau der Zelle bedingte Lichtkonzentration gesteigert wird. Die genauere Kenntnis des Flagellaten wird diese Lichterscheinung und ihre Besonderheiten leicht verständlich machen lassen.

II.

Bei Beobachtung eines Präparates nach der „Deckglasmethode" erhält man ausschließlich die Ruhestadien des Flagellaten, die

über die Wasserfläche hinausragen und stets mit einer adhärierenden Luftschicht umgeben sind; dadurch erscheinen die Zellen dunkelschwarz umrandet, während die Zellmitte grün glänzt. Die Größe dieser Ruhestadien schwankt je nach dem Alter zwischen 8—18 μ. — Wird durch Druck auf das Deckglas die anhaftende Luft beseitigt, so treten die grünen Chromatophoren — 4 bis 16 — scharf hervor. Stets ist eine deutliche Membran ohne jedwede Skulptur zu sehen, die nach außen von einer am Wasserspiegel immer flach ausgebreiteten Gallerte mit Fe_2O_3-Inkrustation umgeben ist (Fig. 1 u. 2). Der Kern ist erst nach Fixierung und Färbung nach den bei Flagellaten üblichen Methoden zu erkennen. Von Inhaltskörpern fallen stets zahlreiche, winzige Körnchen unbekannter

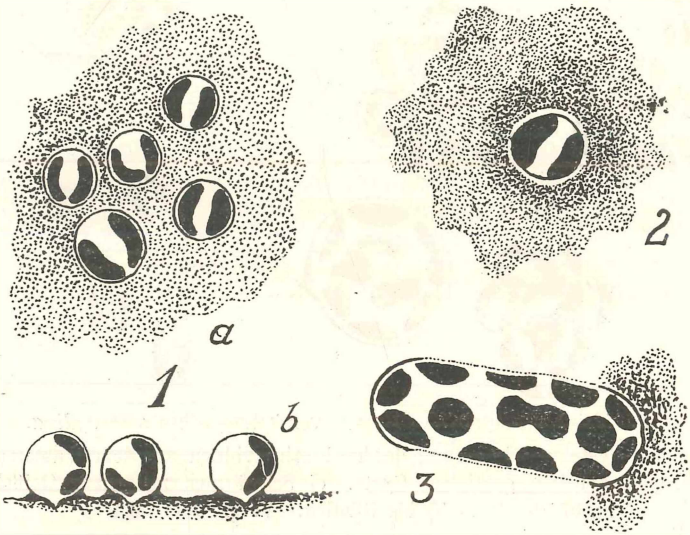

Fig. 1. 1a) Kolonie junger Individuen in Aufsicht. 1b) Seitenansicht zu 1a.
2) Freiliegende Cyste mit starkem Gallerthof mit Fe_2O_3-Einlagerung.
3) Abnorm gebildetes, älteres Ruhestadium, das hin und wieder unter typisch kugeligen Formen auftritt. Vergr. 1000fach.

chemischer Zusammensetzung auf, die in lebhafter Brown'scher Molekularbewegung sich befinden; weiter bemerkt man fast in jeder Zelle hellglänzende Tröpfchen, die als Leucosin identifiziert wurden. — Die rein grünen Chromatophoren liegen im peripheren Plasma und reagieren gegen einfallendes Licht mittlerer Intensität (diffuses, stärkeres Tageslicht) recht empfindlich mit einer Verlagerung, bzw. Häufung an der Stelle größter Lichtstärke in der Zelle.

Die ebenfalls kugeligen, jüngeren Stadien von einer Durchschnittsgröße von 6,2 μ haben immer nur zwei Chromatophoren und namentlich bei freiliegenden Individuen ist der gefärbte Gallerthof schön zu sehen. — Bei der ganz ungeklärten Mikrochemie der Schleime, Gallerten und Hüllen bei Flagellaten wurden in dieser Richtung keine eigenen Versuche angestellt. Mit Senn (8, p. 154) aus der Unbenetzbarkeit allein auf „wachsartige" Natur zu schließen, ist gewiß auch für *Chromulina Rosanoffii* nicht zulässig.

Durch die ausgeschiedenen Hüllen sind die einzelnen Flagellaten mehr minder weit (6—14 μ) voneinander getrennt und bilden so

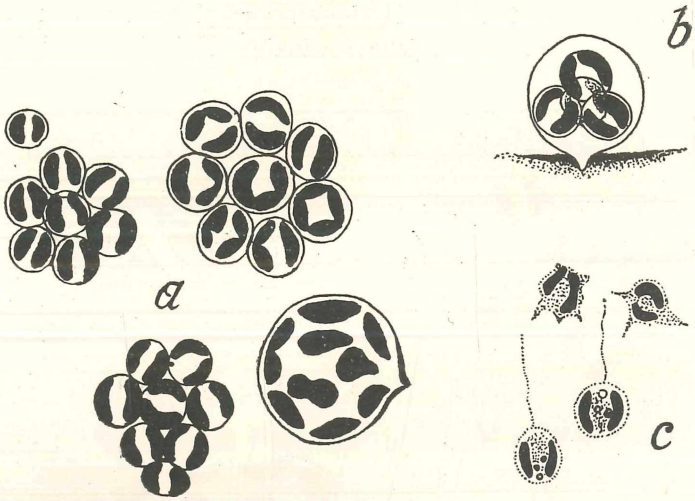

Fig. 2. Teilungsstadien der Cysten von *Chromulina smaragdina*.
a) Teilung der Cyste und Lagerung der Tochterindividuen auf dem Wasserspiegel. b) Tetraden in deutlich gestielter Cyste. c) Schwärmer mit einer Geißel und nachfolgende amöboide Stadien. Vergr. 1000fach.

unregelmäßige Überzüge von mikroskopischer Größe bis zu einem homogenen Belag über der mehrere Quadratmeter messenden Wasserfläche.

Daß diese Ruhestadien eine auffallende Ähnlichkeit mit den als Cysten gedeuteten Stadien von *Chromulina Rosanoffii* haben, zeigt einmal die Art der Befestigung auf der Wasserfläche. Bei günstiger Lage zur seitlichen Betrachtung gewahrt man auch bei unseren Flagellaten ein kleines Stielchen oder Röhrchen, hin und wieder nur einen warzenförmigen Fortsatz oder eine Ausbuchtung und des öfteren nur mehr eine leichte Wölbung, mit welcher der Flagellat in der inkrustierten Gallerte aufsitzt (Fig. 2b). Weiter

wurden bei zahlreichen Präparaten die Teilungen und die Schwärmerbildung direkt beobachtet, die je nach dem Orte in bezug auf die Wasserfläche verschieden ausfallen. Erfolgt die Teilung in unbenetztem Zustande über Wasser, so werden in der Regel acht neue Individuen gebildet, die nach Reißen der Cystenmembran an Ort und Stelle unbeweglich verbleiben und weiter wachsen (Fig. 2a). Auffallend ist dabei, daß die Chromatophoren glatt zu je zwei auf die Tochterzellen aufgeteilt werden, ohne daß man auffällige Vorbereitungen im Plasma bemerken würde.

Wird aber die Cyste durch Benetzen mit Wasser oder durch Zerstören des Belages unter den Wasserspiegel allseitig befeuchtet, so kommt es zur Bildung beweglicher Schwärmer (Fig. 2c) von Kugelgestalt, mit einer Geißel, 2 Chromatophoren, ohne deutlich sichtbare Hautschicht und ohne Stigma, wie es auch *Chromulina Rosanoffii*, *Chr. nebulosa* Cienkowsky, *Chr. Woroniniana* Fisch usw. zeigen. Eine winzige Vakuole am Vorderende ist nur bei stärksten Vergrößerungen nachzuweisen. Die Beweglichkeit der Schwärmer dauert aber nur kurze Zeit; bald setzen sie sich am Deckglas fest, büßen die eine Geißel ein (abgeworfen oder eingeschmolzen?) und gehen in einen träg amöboid beweglichen Zustand über. Nach der Abrundung wird die Kugelgestalt wieder als dauernd angenommen, eine distinkte Membran gebildet und die Gallertschicht ausgeschieden.

An der Ansatzstelle des Schwärmers im Präparat bemerkt man bald einen hellglänzenden Knopf oder eine warzige Verdickung. Erfolgt das Anheften am Wasserspiegel, so geht zweifellos auch hier, wie bei *Chromulina Rosanoffii* das Hinaufschlüpfen auf den Wasserspiegel vor sich. Eine sexuelle Fortpflanzung wurde, auch nur in Andeutungen dazu, nicht beobachtet.

Was die systematische Stellung des Flagellaten betrifft, so gleicht er in allen den ausführlicher beschriebenen Merkmalen ganz den *Chromulinaceae* unter den *Chrysomonaden*. Die rein grüne Farbe der Chromatophoren aber, die, wie durch mikrochemische Reaktion bestimmt wurde, echtes Chlorophyll ohne nachweisbare (!) Beimischung von Chrysophyll, Chrysoxanthophyll oder Phytochrysin ist, ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber der Mehrzahl der sonst gelb oder braun gefärbten *Chrysomonaden*. Doch dürfte in diesem Falle das trennende Merkmal der Chromatophorenfarbe nicht jene Bedeutung besitzen, wie in zahlreichen anderen Beispielen der Flagellatensystematik. Es kommen ja auch unter dieser Familie ausgesprochen grünliche Formen vor und in dem, an

Humusstoffen reichen Teich im botanischen Garten zu Zagreb habe ich selber typisch gebaute *Mallomonas acaroides* von fast grüner Farbe gefunden. Die Standorts- und Ernährungsverhältnisse sind gerade bei dieser Familie von großem Einflusse. Eine Umfärbung in gelbe Farbtöne durch Übertragen in reines Wasser ist aber nicht gelungen.

Unter ausdrücklicher Betonung, daß ich die systematische Stellung des Flagellaten nicht für definitiv halte, möchte ich unter Hinweis auf die Morphologie der Zelle, der Chemie der Assimilationsprodukte, der Vermehrung durch gestielte Cysten und der Erscheinung des Smaragdglanzes diese Form zu den *Chromulina*-Arten stellen und den Namen *Chromulina smaragdina* Gicklhorn nov. spec. vorschlagen. In diese Gattung sind ohnehin mehrere problematische Formen vereinigt, von denen Pascher (7, p. 13) sagt, daß es „eine gewiß unnatürliche, künstliche Gattung ist, in der sich die einzelnen Arten zu mehreren, deutlich voneinander verschiedenen Gruppen vereinigen . . . und die meisten Arten recht unvollständig bekannt sind“. Unter den bekannten Formen ist *Chr. smaragdina* durch ihre rein grüne Farbe bisher isoliert.

III.

Daß der Smaragdglanz in unserem Falle ganz in Analogie zu bereits bekannten Beispielen eine rein physikalische Lichterscheinung ist, ergibt sich schon daraus, daß er nur in einer ganz bestimmten Blickrichtung zu bemerken ist. Wird der Boden einer größeren flachen Schale mit schwarzer Humuserde bedeckt, darüber in 1—2 cm hoher Schicht Wasser gefüllt, das man am besten beim Abschöpfen der Wasserhaut mit überfließen läßt, so ist zunächst nur die erwähnte gelbe oder braune Färbung zu sehen. Nach einigen Stunden, oder nach Stehen über Nacht tritt der Smaragdglanz gegen den dunklen Grund wieder schön hervor. Mit der Lupe betrachtet, erscheint die Wasserfläche mit zahllosen grünen, trocken glänzenden Pünktchen wie besät, die in ihrer Gesamtheit für das unbewaffnete Auge zu einer einzigen, leuchtenden Fläche verschmelzen. Legt man auf die unbedeckte Glasschale ein breites Lineal, so hebt sich sein Schatten bald als dunkelgrüner oder glanzloser Streifen auf grünem Grunde ab. Jede Drehung des Kulturgefäßes bringt den Grünglanz zum Verschwinden, der erst nach erschütterungsfreier Herstellung der ursprünglichen Orientierung wieder zu bemerken ist. Unter dem Mikroskope betrachtet, sieht man bei streng einseitigem Lichteinfall die Chromatophoren auch einseitig gehäuft an der dem Fenster

abgewandten, konkaven Innenseite der Zelle; diese Stellung wird bei längerer Beobachtung wegen der Durchlichtung im mikroskopischen Bilde bald aufgegeben und es kommt zur Wanderung der Chromatophoren an der dem Beschauer zugewendeten Membranseite. Auch hier ist sicherlich der Gang der Lichtstrahlen ebenso wie in den von Noll und Molisch (6) analysierten Beispielen an *Schistostega osmundacea* und *Chromophyton Rosanoffii*, was am einfachsten Fig. 3 veranschaulicht.

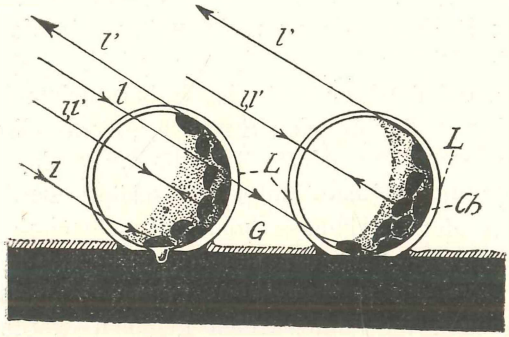

Fig. 3.
Schema des Strahlenganges und der Lagerung der Chromatophoren von *Chromulina smaragdina*.
l einfallendes, *l'* reflektiertes Licht, *L* Lufthülle, *Ch* Chromatophoren, *G* Gallerte. Wasserspiegel ist dunkel gehalten. Genaueres im Text.

Die durch die Kugelgestalt bedingte Lichtkonzentration läßt die grüne Farbe der Chromatophoren gegen dunklen Grund nach totaler Reflexion an der gewölbten Zellwand in hellem Glanze erscheinen. — Bei Betrachtung in einer bestimmten Richtung, das ist die des einfallenden Lichtes, werden die in gleicher Richtung total reflektierten Strahlen in das Auge des Beschauers gelangen. Die adhärierende Lufthülle kann den Effekt durch Verstärkung der totalen Reflexion nur unterstützen.

Wir haben sonach in *Chromulina smaragdina* einen neuen Fall einer auffallenden Farbenänderung der Wasseroberfläche, hervorgerufen durch einen Organismus, und ein weiteres Beispiel einer durch den Bau bedingten Lichtreflexion lebender Zellen. Mit Ausnahme von dem mehrmals genannten *Chromophyton Rosanoffii* sind ähnliche Erscheinungen bei Flagellaten sonst nicht bekannt, denn die als „Wasserblüte“ bezeichneten Verfärbungen durch Massenvermehrung von Flagellaten, Algen oder Infusorien bewirken eine Verfärbung ganzer Wasserschichten oder sie bilden eine dicke Haut unter der Wasserfläche (z. B. die labilen Palmellastadien grüner Euglenen, die ich hier gleichfalls beobachtete) von anderem Habitus: gleichmäßig grün, ohne Glanz, ohne Farben-

wechsel, leicht zerstörbar durch stärkere Belichtung und in ihrem Farbton unabhängig von der Blickrichtung. (Naumann und Gicklhorn 3.) Zur vergleichenden Beobachtung mit *Chromulina Rosanoffii* stand mir prächtiges Material aus einem Warmhausbassin des botanischen Gartens zur Verfügung. Durch Wochen hindurch hält sich *Chr. Rosanoffii* im Laboratorium vorzüglich und die beiden Chromulinen — smaragdgrüne und goldfarbige — nebeneinandergestellt, geben ein prächtiges Bild.

Hinzufügen möchte ich noch, daß schon die Rohkultur von *Chromulina smaragdina* mit Bedingungen zu rechnen hat, die nicht näher zu präzisieren sind. Bisher ist es mir nur gelungen, den Flagellaten in Ruhestadien auf feuchter Erde im Laboratorium zu halten; Proben von besonders hellglänzenden Streifen gingen selbst in Wasser vom natürlichen Standort nach 2—3 Tagen zugrunde, so daß für die Untersuchungen stets frisches Material geschöpft wurde, an dem — mit Ausnahme der Färbungen und mikrochemischen Reaktionen — alle hier angeführten Beobachtungen angestellt wurden.

Da mit dieser Notiz nur die Analyse eines neuen Beispieles auffallender Lichterscheinungen im Pflanzenreich gegeben werden soll und die wesentlichen Merkmale der Morphologie, Mikrochemie, Fortpflanzung und Lebensweise aufgeklärt scheinen, habe ich von dem Versuch einer Reinkultur und eingehender zytologischer Untersuchung von vornherein abgesehen.

Die Beobachtungen wurden im pflanzenphysiologischen Institut zu Zagreb (Agram) angestellt, dessen Vorstand, Herrn Prof. Dr. Vale Vouk ich auch an dieser Stelle für sein liberales Entgegenkommen und das Interesse an meinen mikrobiologischen Studien bestens danken möchte.

Literaturverzeichnis.

1) Bütschli, O.: in: Bronn's Klassen und Ordnungen Bd. 1 1883—87.
2) Gicklhorn, Jos.: Studien an Eisenorganismen. I. Mitteil. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. in Wien 1920.
3) —: Notiz über Stentor insignis als Ursache einer auffallenden Wasserverfärbung. Naturw. Wochenschr. Jahrg. 1921. Daselbst genaue Literatur über Wasserblüte, Wasserfärbung usw.
4) Klebs, G.: Flagellatenstudien. in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 55.
5) Molisch, H.: Die Eisenbakterien. Fischer, Jena 1910.
6) —: Leuchtende Pflanzen. 2. Aufl. Ebenda 1912. (Daselbst genaue Literatur über Licht- und Leuchterscheinungen im Pflanzenreich.)
7) Pascher, A.: Die Süßwasserflora usw. Fischer, Jena 1913, H. 2 1913. (Chrysomonaden usw.) (Daselbst ausführliche Literatur.)
8) Senn: Flagellaten. in: Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien I, 1a, 1900.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 44_1922

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

Artikel/Article: Notiz über den durch Chromulina smaragdina nov. spec. bedingten Smaragdglanz des Wasserspiegels. 219-226