

Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1897. N:o 9.
Stockholm.

Meddelanden från Stockholms Högskola. N:o 168.

Zur Morphologie und Biologie einzelliger Algen.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von KNUT BOHLIN.

[Mitgeteilt den 10 November 1897 durch A. G. NATHORST.]

Unterstützt von der Botanischen Gesellschaft zu Stockholm, untersuchte ich im Lauf des verflossenen Sommers die Süßwasseralgenflora der äussersten Scheeren Stockholms. Meine Aufmerksamkeit war dabei speciell der mannigfaltigen und verhältnissmässig noch wenig gekannten Gruppe der Protococcoideen zugewendet. Zweck dieser Zeilen ist die vorläufige Beschreibung einiger der Wissenschaft neuen, teilweise besonders interessanten Formen nebst einer physiognomischen Schilderung der in den äusseren Scheeren vorkommenden Süßwasseralgen. Hierbei möchte ich indess stark betonen, dass das von mir untersuchte Gebiet ein ziemlich beschränktes war, und daher meine im ganzen als Einzeluntersuchung zu betrachtende Schilderung keinen Anspruch auf allgemeine Giltigkeit erhebt. Wahrscheinlich wird es sich aus später zu erörternden Gründen jedoch erweisen, dass Floren von teilweise demselben Charakter sich auch in anderen, geographisch weit auseinander liegenden, Gegenden wiederfinden.

Unter den Süßwasseralgen des genannten Gebiets besonders reich vertreten sind die Flagellaten. Die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung einiger von mir gefundenen und der Wissenschaft wahrscheinlich neuen Formen ist mir bis jetzt entweder gar nicht oder nur unvollständig gelungen. Ich sehe daher von einer Beschreibung derselben bis auf weiteres ab, indem ich hoffe,

508 BOHLIN, ZUR MORPHOLOGIE UND BIOLOGIE EINZELLIGER ALGEN.
 nach genaueren Studien auf einige unter ihnen zurückkommen
 zu können.

Ziemlich vollständig ist mir die Beobachtung im Folgenden
 beschriebener Formen geglückt.

I. *Brachiomonas* n. g.

Diese neue Gattung gehört zu der Familie der Chlamydomonaden und unterscheidet sich von den übrigen Gattungen hauptsächlich durch die eigentümliche Gestaltung ihrer Zellen.



Fig. 1. *Brachiomonas gracilis* n. sp. Vegetative Stadien. $\times 600$.

Der Zellkörper zeigt nämlich fünf Fortsätze, einen in der Längsrichtung der Zelle nach hinten, vier, symmetrisch in Kreuzform gestellte, von den Seiten ausgehend. Die am vorderen Ende der Zelle befindlichen Seitenarme sind leicht nach rückwärts gekrümmt. Jede Zelle enthält, ungefähr in gleicher Höhe und fast an der Oberfläche, einen sich nur durch Farbenreactionen bemerklich machenden Zellkern und ein Pyrenoid. (Fig. 2 e.) Zwei Cilien, von der Länge der Zelle oder länger, gehen von einer deutlich farblosen Papille aus. Zwischen zwei Zellarmen liegt ein roter Augenfleck langgestreckter Form. Die vegetative Fortpflanzung geschieht durch 4—8-Teilung des Zellinhalts. (Fig. 1 e und 2 d.) Die erste Teilung ist eine Längsteilung. (Fig. 2 c.)

Die Tochterzellen haben schon im Mutterleibe die Form der Mutterzelle. Durch 16—32-Teilung entstehen Gameten, die mehr oder weniger ausgeprägt die Gestalt der Mutterzelle, 2 Cilien und einen deutlichen Augenfleck zeigen. Sie copulieren, gewöhnlich eine grössere mit einer kleineren, zu einer Zygote,

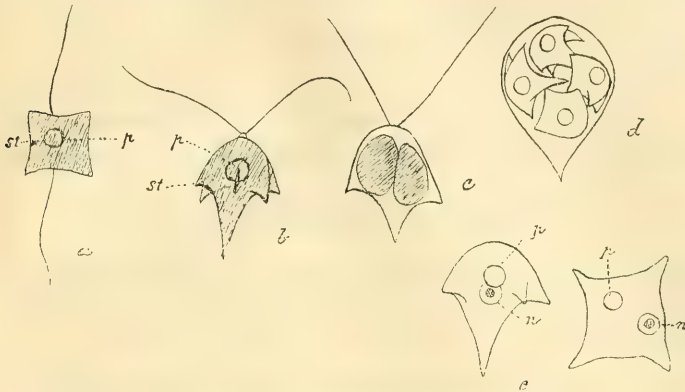


Fig. 2. *Brachiomonas submarina* n. sp.
Vegetative Stadien. — Kerngefärbte Individuen (e). $\frac{60}{1}^{\circ}$.

die erst nach längerem Umherschwimmen ihre 4 Cilien nebst den beiden Augenflecken verliert, und sich mit Membran umgiebt. Die reife Zygote ist kugelförmig, zeigt eine glatte Membran und enthält eine reichliche Menge Haematochrom.

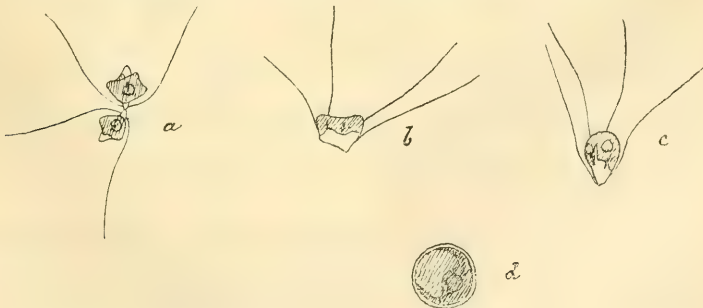


Fig. 3. *Brachiomonas submarina*. Copulationszustände und Zygote (d). $\frac{60}{1}^{\circ}$.

Ich habe zwei, in Länge und Richtung der Zellarme von einander abweichende, Formen dieser Gattung gefunden. Sie dürften, da die Tochterindividuen schon von Anfang an die

Gestalt der Mutterzelle besitzen, als zwei verschiedene Arten zu betrachten sein.

1. **Brachiomonas submarina** n. sp. Fig. 2—3.

Die kurzen, Habichtsschnabel-ähnlichen Seitenarme sind nach hinten gebogen, so dass der vordere Umriss der Zelle einen Halbkreis oder eine Halbellipse bildet. A vertice gesehen ist die Zelle beinahe quadratisch.

Fundorte: Stockholmer Scheeren: »Lilla Smultrongrundet» und »Brandskären» bei Runmarö; — Saltsjöbaden; Norwegen: Tromsö.

2. **Brachiomonas gracilis** n. sp. Fig. 1.

Die Seitenarme sind lang, spitzig und typisch beinahe geradeaus gerichtet. A vertice betrachtet gleicht die Zelle einem 4-armigen Kreuz.

Fundort: »Lilla Smultrongrundet» bei Runmarö in den Stockholmer Scheeren.

Beide Arten finden sich auf kahlen Scheeren in seichten Felslachen, die dem Ufer so nahe liegen, dass das Meereswasser in dieselben hineingespült wird. Das Wasser, in dem sie leben, ist sonach brackisch. Eine Probe solchen Wassers (*Brachiomonas gracilis*) wurde mit AgNO_3 auf seinen Salzgehalt titriert und ergab den Gehalt von 1,32 gr Cl pro liter, während das umgebende Meereswasser (Ostsee) einen Salzgehalt von 3,26 gr Cl pro Liter zeigte. Leider habe ich keine grössere Anzahl solcher Wasserproben gesammelt. Wahrscheinlich wird eine künftige Untersuchung ziemlich grosse Verschiedenheit in diesem Punkt ergeben.

Die mit *B. submarina* bezeichnete Art ist laut mündlicher Mitteilung schon früher von Herrn Professor LAGERHEIM an ganz ähnlichen Stellen bei Tromsö (Norwegen) und Saltsjöbaden (Stockholm) beobachtet und nach in Osmiumsäure fixierten Exemplaren identifiziert worden. Der von ihm ohne Beschreibung gegebene Name (LAGERH. I, S. 7, Note) ist daher hier aufgenommen worden.

II. Chlorogonium EHR.

1. Chlorogonium tetragamum n. sp. Fig. 3.

Wie bei den schon bekannten Arten sind die Zellen spindelförmig. Das Verhältniss von Länge und Breite wechselt zwischen 2,1 und 3,7. Das Chlorophyll ist, wenigstens in jungen Zellen, an ein wandständiges, scheibenförmiges Chromatophor gebunden. Ungefähr in der Mitte der Zelle liegt ein Pyrenoid, hinter diesem, häufig $\frac{1}{3}$ Zellenlänge vom hinteren Ende der Zelle entfernt, der auch ohne Anwendung von Farbenreagenzien deutlich erkennbare Zellkern. (Fig. 4 a.) Dicht vor dem Pyrenoid sieht man einen sehr deutlichen, linienförmigen Augenfleck; im Vorderteil der Zelle, doch nicht immer dicht unter den Cilien, 2 pulsierende Vacuolen. Die Alge besitzt zwei Cilien, deren Länge ungefähr $\frac{2}{3}$ der Länge der Zelle beträgt.

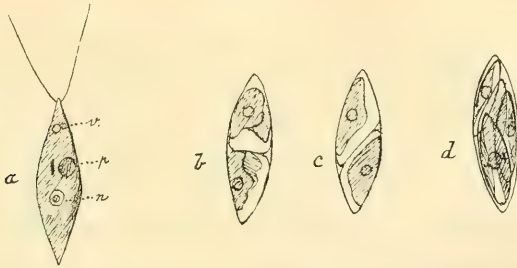


Fig. 4. *Chlorogonium tetragamum* n. sp. Zellstruktur und Teilungsvorgang. $\frac{600}{1}$.

Die Zellteilung ist eine Querteilung mit Verschiebung der Tochterzellen. (Fig. 4 b—d.)

Das Merkwürdige in der Entwicklungsgeschichte dieser kleinen Alge ist, dass die Gameten durch blosse 4-Teilung des Inhalts einer Mutterzelle entstehen. Wie die Mutterzelle besitzen sie 2 Cilien, 1 Pyrenoid, 1 Augenfleck und im Vorderteil pulsierende Vacuolen.

Bei der Copulation (Fig. 5 a—c) entsteht eine kugelige oder eirunde, ebenfalls membranumhüllte Zygote, die eine Zeit lang die beiden Augenflecke beibehält. Die äusserst dünne Membran,

mit der die Zygote zunächst umgeben ist, wird später von einer sekundären, ziemlich dicken, mit stumpfen Stacheln versehenen gesprengt. (Fig. 5 *d—e*.) Die erste Membran ist insofern von Interesse, als sie als homolog mit der bei der Copulation abgeworfenen Membran der Gameten mehrerer *Chlamydomonas*-arten zu betrachten sein dürfte. (GOROSCHANKIN, I., Taf. XIV und II, Taf. III. z. B. Fig. 15.) Übrigens hat FRANCÉ (I, Taf. VI, Fig. 17) bei *Chlorogonium* mit Membran versehene Gameten wahrgenommen. Bei der von mir beschriebenen Art hätte sich die Anlegung der die Gameten umgebenden Membran verspätet.

Nicht ganz sicher, aber immerhin anzunehmen ist, dass die durch 4-Teilung einer Zelle entstandenen Zellen auch die vege-

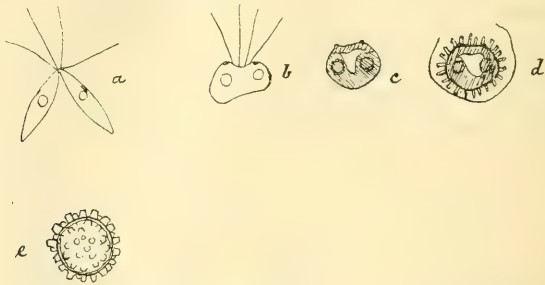


Fig. 5. *Chlorogonium tetragamum*.
Copulationszustände (*a—b*) und Zygote (*c—d*). $\frac{600}{1}$.

tative Vermehrung darstellen. In meiner Kollektion und den von mir angelegten Deckglaskulturen copulierten die durch 4-Teilung entstandenen Gameten in kolossalen Massen. Inwiefern ein Teil der Tochterzellen sich dessungeachtet rein vegetativ verhielt, ist natürlich schwer zu entscheiden. Die einfachste Annahme wäre die, dass die durch 4-Teilung entstandenen Zellen unter gewissen Umständen rein vegetativen, unter anderen geschlechtlichen Charakter besitzen und sich im letzteren Fall wie Gameten verhalten.

Denkbar wäre noch, dass die vegetativen Zellen durch 2-Teilung eines Mutterindividuums entstünden; doch habe ich einen solchen Fall nicht beobachtet, und bliebe derselbe daher noch festzustellen.

Die beiden seither bekannten *Chlorogonium*-Arten, *Chl. euchlorum* EHR. und *Chl. elongatum* (DANG.) FRANCÉ, sind von mehreren Forschern zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht worden, die indess nicht zu übereinstimmenden Resultaten geführt haben. Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass den verschiedenen Autoren verschiedene Formen zur Untersuchung vorgelegen sind. So giebt z. B. FRANCÉ (I, pag. 300, Taf. VI, 17) in der Beschreibung und Abbildung die Gameten als mit Membran versehen an, während KLEBS (I, Taf. III, 17), STEIN (Taf. XVIII, 26) und DANGEARD (Taf. IX, 11, 12) dieselben membranlos zeichnen.

Chl. euchlorum wird durch den Besitz mehrerer Pyrenoide charakterisiert. *Chl. elongatum* soll sich durch 2 Pyrenoide auszeichnen, scheint jedoch hie und da nur ein einziges zu besitzen (FRANCÉ I, p. 297, Taf. IV, 1—3). Hier findet sich demnach kein von *Chl. tetragamum* scharf unterscheidender Charakter.

Nach KLEBS (I, p. 109) hat *Chl. euchlorum* im Vorderteil der Zelle eine, *nicht* pulsierende Vacuole. Laut der Beobachtung eines früheren Forschers (KRASSILTSCHIK, p. 628) dagegen besitzt *Chl. euchlorum* ein unregelmässig über die ganze Körperfläche verbreitetes System pulsierender Vacuolen. FRANCÉ (I, p. 299) bestätigt diese Resultate und dehnt sie zugleich auf *Chl. elongatum* aus. Darin unterscheidet sich sonach die neue Art, *Chl. tetragamum* scharf von den seitherigen. In entwicklungsgeschichtlicher wie morphologischer Hinsicht indessen für die Art vor allem charakteristisch ist die Bildung der Gameten durch 4-Teilung der Mutterzelle und der stachelige Charakter der Zygosporien.¹⁾

III. *Chloramoeba* n. g.

In einem früheren Aufsatz (BOHLIN, p. 48) habe ich des eigentümlichen Baus einer Flagellate Erwähnung getan, die man

¹⁾ FRANCÉ (II, p. 369) hat eine Flagellatenform diagnosticirt, die er *Kleiniella* nennt, und die vielleicht mit *Chl. tetragamum* identisch ist. Da er aber keine Figur mitgeteilt hat, ist nichts Bestimmtes darüber zu sagen.

als Stammform der Algengruppe der *Confervales* betrachten könnte. Von Herrn Professor LAGERHEIM vollständig rein in einer alten Algenkultur, deren Ursprung nicht mehr festzustellen war, gefunden, wurde diese kleine Flagellate von mir einer genaueren Untersuchung unterzogen. Sie bietet sowohl in morphologischer wie besonders auch in ernährungsphysiologischer Hinsicht ein bedeutendes Interesse und soll mit Rücksicht darauf hier vorläufig erwähnt werden.

Chloramoeba heteromorpha n. sp. Fig. 7.

Dem gewöhnlich runden bis breit ellipsoidischen Zellkörper fehlt die Membran. Die Hautschicht des Plasma gestattet vollkommen amoeboiden Bewegung. Sehr häufig nimmt man auch während der Fortbewegung der Flagellate bedeutende Formver-

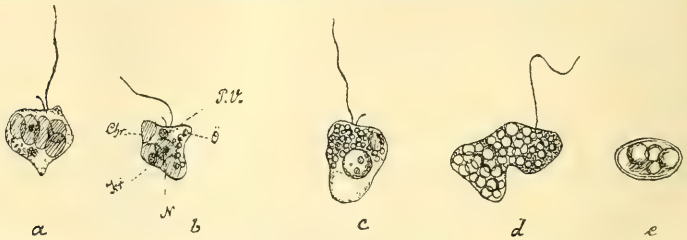


Fig. 6. *Chloramoeba heteromorpha* n. sp. Vegetative Stadien (a—b); Individuen aus Dunkelkulturen, c in Dextrose, d in Glykogen; Ruhezelle (e).

änderungen wahr; selten sind die entstehenden Plasma-Arme jedoch schmal und spitzig (Fig. 6 b und d). Die Zelle enthält einen zentral gelegenen Zellkern. Am vorderen Körperende sitzen 2 Cilien, wovon die eine sehr lang ($1\frac{1}{2}$ —2 mal so lang als die Zelle), die andere sehr kurz und bogenförmig ist. Das Vorhandensein dieser letzteren ist nicht immer festzustellen gewesen, erscheint jedoch wahrscheinlich, da sie, sofern die Zelle nicht vollständig horizontal mit ihrer Längsachse liegt, infolge ihrer Kleinheit besonders im lebenden Zustand natürlich schwer wahrzunehmen sein muss. Im vorderen Ende, wenn auch nicht immer dicht unter den Haftpunkten der Cilien, bemerkt man eine contractile Vacuole (Fig. 6 b). Daneben treten zuweilen, besonders bei lebhafter Assimilation, hier und dort nicht contractile Va-

cuolen von wechselnder Grösse auf. Die Chromatophoren (2—6) sind rund, scheibenförmig und von gelbgrüner Farbe, die bei Behandlung mit starker Salzsäure in dieselbe blaue Nuance übergeht, wie sie bei entsprechendem Verfahren die *Conferva*-Chromatophoren annehmen (BOHLIN, p. 25).

Das Assimilationsprodukt ist ein dem Aussehen nach dem der *Conferva*-Zelle durchaus gleichendes Öl, das sich in Osmiumsäure schwarz färbt, sich in Alkohol unlöslich verhält und in normal assimilierenden Zellen in Form zahlreicher kleiner Tröpfchen auftritt. (Fig. 6 b, Ö.) Bei besonders lebhafter Assimilation entstehen grössere, oft mit vacuolenartigen Höhlungen versehene Klumpen. Zuweilen finden sich einzelne Krystalle oder in Vacuolen eingeschlossene Krystallansammlungen im Protoplasma. (Fig. 6 a—b.)

Die Teilung zu beobachten ist mir nicht gelungen.

Die grosse Öltropfen enthaltende, schwach gelbgrüne, ellipsoide Dauerzelle entsteht einfach dadurch, dass bewegliche Zellen sich mit einer ziemlich dicken Membran umgeben. (Fig. 6 e.)

Besonders merkwürdig erscheint die Flagellate vom physiologischen Standpunkt aus. In Dunkelkultur, in Lösungen verschiedener organischer Stoffe gedeiht sie und pflanzt sich kräftig fort, verliert jedoch dabei vollständig ihre grüne Farbe. Die Fortpflanzung ist in vielen Fällen enorm, und die Zellen füllen sich mit demselben weissen Öl, das das Assimilationsprodukt ausmacht. Die verschiedenen Stoffe verhalten sich ungleich nährend. Die im Dunkeln das Leben und die Fortpflanzung mehr oder weniger erhaltenden und unterstützenden gehören verschiedenen Stoffgruppen an: den Mono-, Di- und Polysacchariden, mehrwertigen Alkoholen, Glycosiden, Amiden u. s. w.

Monosacchariden bewirken eine äusserst lebhafte Fortpflanzung und reichliche Ölsammlung. Impft man beispielsweise eine 2—4 % Lösung von Dextrose oder Levulose mit einer minimalen Quantität von *Chloramoeba* und stellt die Kultur ins Dunkle, so erscheint schon nach 3 bis 4 Tagen die ganze Flüssigkeit getrübt von lebhaft umherschwimmenden Algenindividuen.

Nach einigen weiteren Tagen schwindet die grüne Farbe vollständig, und das Öl häuft sich, zunächst in einer Menge kleiner Tröpfchen, später in grössere Vacuolen umschliessenden Klumpen an (Fig. 6 c). Oft entstehen mächtige Vacuolen an mehreren Stellen des Zellkörpers.

Auf diese Weise kann die Flagellate mehrere Monate am Leben erhalten werden, und der Tod scheint eine Folge davon zu sein, dass sie sich »überisst«. Schliesslich nämlich von einem einzigen, grossen Ölkumpen erfüllt, wird sie träge in ihren Bewegungen, verliert die Cilien und stirbt allem Anschein nach an allzu üppigem Wollen.

In derselben Weise wirken Galactose, Trehalose, etc.

Disacchariden haben, abgesehen davon, dass der Prozess etwas langsamer vor sich geht, den gleichen Effekt. Am besten eignet sich von ihnen Saccharose, weniger geeignet erscheint Lactose.

Von den *Polysacchariden* ist der Ernährung und Fortpflanzung besonders kräftig förderlich das *Inulin*. In *Graminin*, *Phlaein* und *Glykogen* findet die Vermehrung nicht so stark und die Anhäufung von Öl gewöhnlich nur tropfenweise statt. (Fig. 6 d.) Unter den *Alkoholen* wirkt *Glycerin* (1—5 %) beinahe so stark wie Dextrose oder Saccharose. *Erythrit* schafft zwar farblose, ölreiche Individuen, fördert aber die Fortpflanzung nur schwach, während *Mannit* für reichlicheren Zuwachs sorgt.

In *Salicin*, *Asparagin* u. m. a. Stoffen fristet das Individuum eine Zeit lang sein Leben, indem es sich mit Öltröpfchen füllt und verblasst, wenn auch nicht bis zur Farblosigkeit, erliegt aber verhältnissmässig rasch den ungewohnten Lebensverhältnissen.

In einer, auch sehr schwachen, Lösung von *Harnstoff* stirbt die Pflanze nach Verlauf weniger Tage.

Überführt man sie ins Wasser und stellt sie ins Licht, so nehmen in der Dunkelkultur farblos gewordene Individuen, wenigstens in vielen Fällen, die frühere Farbe wieder an.

Die Untersuchung ist noch nicht völlig abgeschlossen. Indessen sind die gewonnenen Resultate von Gewicht, insofern sie

eine Stütze der Ansicht von der Entstehung grüner und farbloser Parallelförmigen als eine Folge ungleicher Lebensverhältnisse, speciell Nahrungsbedingungen, bilden. (KLEBS I., p. 111.)

Was ihre systematische Stellung betrifft, scheint mir *Chloramoeba* zu der kleinen Flagellatengruppe der *Chloromonaden* KLEBS (III, p. 391) zu zählen zu sein, die bis dato nur durch 2 Gattungen, *Vacuolaria* und *Rhaphidomonas*, vertreten ist. Die erstere Gattung, erstmalig aufgestellt von CIENKOWSKI (p. 426, Taf. XXIII, 19—22), später von KLEBS (II, p. 408; III, p. 391) genauer beschrieben und von BÜTSCHLI (p. 819, Taf. XLVIII, 3) (nach KLEBS' Synonymik) kurz diagnostiziert, zeichnet sich durch ihre beträchtliche Grösse (50—130 μ) und die innerhalb schützender Gallerthüllen stattfindende vegetative Teilung aus. In diesen Beziehungen weicht *Chloramoeba* von ihr ab, insofern sie nur 7—13 μ lang ist, und ihre Teilung, wenn auch noch nicht in ihren Einzelheiten bekannt, jedenfalls nicht unter Bildung gallertumhüllter Palmellastadien vor sich geht. Ein fernerer Unterschied besteht darin, dass bei *Chloramoeba* die zweite Cilie sehr kurz ist, während *Vacuolaria* 2 lange, obwohl ungleichgeartete Cilien besitzt (KLEBS III, p. 392). Dagegen bilden das Vorhandensein mehrerer scheibenförmiger Chromatophoren und das Stoffwechselprodukt (Öl) übereinstimmende Merkmale von grossem systematischem Wert.

Da die Gattung *Rhaphidomonas* nur wenig von *Vacuolaria* abweicht (BÜTSCHLI, p. 819), hauptsächlich durch das Vorhandensein von Trichocysten in der Hautschicht des Plasma (l. c. p. 738), erscheint die Aufstellung von *Chloramoeba* als neue Gattung der Gruppe der Chloromonaden berechtigt.

Oocystis Echidna n. sp. Fig. 7.

Diese zierliche kleine Alge fand ich auf mehreren Stockholmer Scheeren. In einer Collection war dieselbe beinahe rein. Ihr charakteristisches Kennzeichen ist die Bekleidung der Membran mit langen, dünnen Stacheln, die über die ganze Körperfläche verteilt sind, am dichtesten aber an den Polen sitzen. Sehr

nahe verwandt ist diese Form der *O. ciliata* LAGERH. (I, p. 76, Taf. III, 33—37) und deren Varietät β *amphitricha* LAGERH. (III, p. 61, Taf. I, 25, 26). Bei der ersteren sitzen die Stacheln an den Enden der Zelle, bei der letzteren längs deren längster Aequatoriallinie. Eine ähnliche Form beschreibt ferner WEST (p. 161, Taf. III, 15) als *O. ciliata* f. *radians*. Aus seiner Schilderung (»setis in toto ambitu distributis») geht nicht hervor, ob hier die Stacheln einer Linie folgen oder über die ganze Körperfläche verteilt sind.

Von allen diesen Formen unterscheidet sich, den citierten Abbildungen nach zu urteilen, *O. Echidna* dadurch, dass die Stacheln schon innerhalb der Membran der Mutterzelle ausgebildet sind. Ferner ist zur Beschreibung der Art zu erwähnen das Vorhandensein von 1—4 wandständigen, keine Pyrenoide

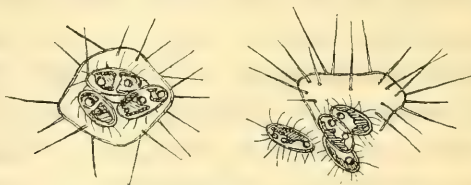


Fig. 7. *Oocystis Echidna* n. sp. $\overset{600}{\underset{1}{\times}}$.

enthaltenden Chromatophoren. An Stelle der fehlenden Stärke enthält die Zelle häufig grosse Öltropfen.

Erwiesenermassen enthalten einige zur Gattung *Oocystis* zählende Formen sowohl Stärke als Pyrenoide, während dieselben bei anderen fehlen. Wahrscheinlich haben wir diese Gattung in zwei zu zerlegen, die, ohne in intimerem genetischem Zusammenhang zu stehen, analoge Zellteilung aufweisen. Ohne auf diese Frage näher einzugehen, möchte ich hier darauf hinweisen, dass der Charakter, durch welchen DE TONI (I, p. 665) seine Untergattung *Lagerheimia* von *Oocystis* unterscheidet, nicht einer solchen Teilung zu Grunde gelegt werden kann. Nach der Untersuchung von Exemplaren in WITTR. & NORDST., Alg. Exsicc. N:o 724, entbehrt *Lagerheimia ciliata* der Pyrenoide. Zwei andere, auf Grund ihrer Stachligkeit der Gattung *Lagerheimia*

zugesellte Arten, nämlich *L. genevensis* (CHODAT, I) und *L. wratislawiensis* (SCHIRÖDER, p. 373) besitzen in den Chromatophoren ein deutliches Pyrenoid, und dürften daher eine von *Oocystis ciliata* und *O. Echidna* getrennte Gattung bilden. Auch darf wol das Vorhandensein der Stacheln als nachträgliche Anpassung (zum Zweck des Schwebens im Wasser, oder zum Schutz) betrachtet werden, die daher in gleichen Lebensverhältnissen bei Arten verschiedener innerer Zellstruktur auftreten kann.

Scenedesmus costatus SCHMIDL. β *coelastroides* n. v. Fig. 8.

Eigentümlich ist die Gestaltung der Zellkolonien. Die Zellen liegen nämlich, wo es deren 4 sind, in einem Tetraëder, wo 8, in einer etwas unregelmässigen, isodiametrischen, Coelastrum-

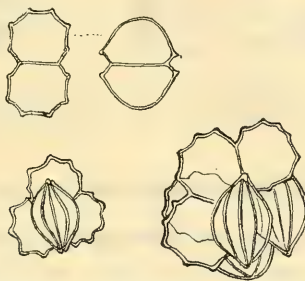


Fig. 8. *Scenedesmus costatus* SCHMIDL. β *coelastroides*. $\frac{600}{1}$.

ähnlichen Kolonie. Auch nur 2-zellige Coenobien wurden beobachtet. Oft enthalten die Zellen ein gelbbraunes Öl.

Runmarö, V. Svärdsholmen in Sphagnum-Sümpfen.

Phaeodactylum n. g.

In einer Felsenlache einer der von mir untersuchten äussersten Scheeren enthielt das Wasser die früher besprochene *Brachiomonas submarina* in grosser Menge. Daneben, obwohl seltener, fand sich im Wasser ein sehr eigentümlicher Organismus, der in der Kultur nach einiger Zeit, während *Brachiomonas* in den Ruhezustand überging oder wegstarb, sich lebhaft fortzupflanzen begann. Sein Aussehen gestaltet sich folgendermassen.

Der Organismus ist einzellig. Jede Zelle besitzt die Form eines Sterns, dessen 3 schmale, in einer Ebene liegenden Arme gleiche Winkel mit einander bilden. In der Mitte der Zelle und sich zu variierender Länge bis in die Arme ausdehnend, liegt ein wandständiges Chromatophor von *gelbbrauner* Farbe. Mit Haematoxylin lässt sich in der Mitte der Zelle ein Zellkern nachweisen. Ein weisses, tropfenförmig auftretendes Öl bildet das Stoffwechselprodukt. Die Fortpflanzung geschieht durch Teilung, die in einer durch alle Arme gelegten Ebene stattfindet (Fig. 9 *b*). Die Entstehung der Querwand in ihren Einzelheiten ist infolge der Kleinheit des Gewächses schwer zu verfolgen.



Fig. 9. *Phaeodactylum tricornerutum* n. sp. *a* Veg. Stad., *b*—*c* Teilungsstadien.

Phaeodactylum tricornerutum n. sp. Fig. 9.

Die Länge der Zellarme beträgt 10—12 μ , die Breite 2—2.5 μ , die Dicke 2 μ .

Fundort: Stockholmer Scheeren, Brandskär bei Runmarö.

Schwer hält es, den systematischen Platz zu bestimmen, der diesem Organismus einzuräumen ist. Der Farbstoff des Chromatophors gleicht in allen seinen Reactionen dem Diatomin. Konz. H_2SO_4 färbt ihn sonach blaugrün, zuletzt violett; starke HCl blaugrün; $HONO_2$ wirkt blaugrün färbend bis entfärbend; $KJ + J$ färbt das Chromatophor gelbbraun, KOH grün. Spiritus löst den Farbstoff. Auch das Assimilationsprodukt ist dem Öl der Diatomaceen sehr ähnlich. In Osmiumsäure färbt sich das Öl wie jenes der beigemischten Diatomeen schwach dunkel; bei Behandlung mit Spiritus nimmt, sowohl bei *Phaeodactylum* wie bei den Diatomeen, das Öl die Chlorophylllösung mit blaugrüner Farbe auf.

Ebenso erinnert die Teilungsebene an die der Diatomeen.

Soweit mit den mir zu Gebote stehenden Hilfsmitteln (SEIBERTS Apochr. Imm. 2 mm. und ZEISS' Compensationsoocular) zu beobachten war, besteht die Membran aus einem Stück. Auch habe ich nirgends ein Zerfallen der Zelle in zwei Hälften — etwa beim Kochen lebender Zellen unter dem Deckglas, mit oder ohne Anwendung von Reagentien — konstatieren können. Betreffend ihr chemisches Verhalten ist zu bemerken, dass Chlorzinkjod die Membran nicht färbt, dass sie dagegen von DELA-FIELD's (GRENACHER's) Haematoxylin eine stark blauviolette Farbe erhält (= einer beigemischten Diatomee). Die Membran wurde ferner auf Kieselsäure untersucht, indem sie nach vorausgehender Behandlung mit starker Salzsäure vorsichtig mit konz. Schwefelsäure zum Glühen gebracht wurde. Dabei liess die Membran ein dünnes Skelett zurück. Die beigemengten Diatomeen zeigten deutlich ihre verkieselten Membranreste, während andere eingemischte Algen dagegen (z. B. *Scenedesmus*) keinerlei Überreste hinterliessen. Die Membran erscheint sonach *schwach verkieselt*.

Unter diesen Umständen ist es wenig verlockend, *Phaeodactylum* der kleinen Zahl der bekannten einzelligen Phaeophyceen zu gesellen. Diese stehen alle mehr oder weniger den gelbbraunen Flagellaten nahe (LAGERH., IV, p. 288) oder haben wenigstens ein Schwärmsporenstadium (die Familie der *Phaeocapsaceae*, DE TONI, II, p. 591). Schon die Zellform macht ein fragliches Vorkommen von Zoosporen bei *Phaeodactylum* unwahrscheinlich. Aus der Litteratur ist mir nur eine einzellige braune Alge bekannt, der die Zoosporen fehlen. Es ist dies *Stichogloea* CHODAT (II, p. 302—304), die, obwohl nur als sich vegetativ fortpflanzend bekannt, von ihrem Autor den Flagellaten nahe gestellt wird. Ihre ellipsoidischen Zellen sind in einer Schleimhülle, zu 4 nahe bei einander liegend, zu kleinen Kolonien vereinigt. Die gelbbraunen, wandständigen Chromatophoren sind ohne Pyrenoide; als Assimilationsprodukt tritt ein Öl auf. Diese Alge und *Phaeodactylum* liessen sich möglicherweise zu einer den

Pleurococáceen unter den grünen Algen parallelen Familie vereinigen, die sich durch vegetative Teilung und das Fehlen der Schwärmsporen auszeichnen würde. Andere einzellige Braunalgen (*Phaeococcus*, *Entodesmis* u. a.) würden eine zweite Familie, parallel mit den *Tetrasporaceæ* unter den Chlorophyceen, bilden.

Auf Grund des chemischen Verhaltens der Zelle und der charakteristischen Teilungsebene erscheint es mir jedoch am geeignetsten, *Phaeodactylum* als einen den Diatomeen nahe stehenden Organismus zu betrachten. Ich möchte hierbei daran erinnern, dass typische Planktondiatomeen häufig einen sehr geringen Gehalt an Kieselsäure aufweisen (SCHÜTT, p. 37). Von KLEBS (II, p. 284) wurde darauf hingewiesen, dass die Dauer-sporen von *Dinobryon*, *Mallomonas* und *Hydrurus* verkieselte Membranen besitzen, wonach also die Membranverkieselung bei den Diatomeen keine einzelstehende Erscheinung unter den gelbbraunen Organismen bildet. Wahrscheinlich giebt es noch mehrere solcher zu irgend einer Zwischengruppe gehörenden gelbbraunen Formen, die sich bislang der Beobachtung entzogen haben. Eine dieser Formen ist vielleicht *Streptothecca* CLEVE (SCHÜTT, p. 150), deren Membran nicht verkieselte ist. Endlich mag noch erwähnt werden, dass *Phaeodactylum* möglicherweise identisch ist mit *Cerasterias raphidoïdes f. tridens* (REINSCH., p. 68). Da von diesem Organismus jedoch kaum mehr als die Zellform bekannt ist, dürfte eine diesbezügliche Diskussion wertlos erscheinen.

Das kleine Gebiet, dem im vergangenen Sommer meine Untersuchung galt, ist die Ostküste der *Runmarö* nebst den davorliegenden Scheeren, die ich von Sandhamn im Norden bis Bullerö im Süden rechne. Obwohl klein, bietet dies Gebiet ein reiches Studienfeld. *Runmarö* selbst ist eine ziemlich grosse (ca. 4 km. lange und 3 km. breite) Insel, deren Ostrand von dem weiter ostwärts nur durch eine Reihe kleiner Scheeren vom offenen Meer getrennten Gräskärsfjärd umsäumt wird. Südwärts erstreckt sich ein Archipel von sehr zahlreichen Inselchen und

Scheeren aller Grössen. Während die der Runmarö zunächst liegenden kleinen Scheeren bewaldet sind, erscheinen die äusseren Scheeren und die kleinen Klippen kahl oder von niedrigem Gestrüpp, meist Wachholder (*Juniperus communis*), bedeckt. Natürlich finden sich jedoch auch auf den äussersten Scheeren öfters vereinzelte Bäume, gewöhnlich die Eberesche (*Sorbus Aucuparia*). Die meisten dieser Scheeren sind sehr niedrig (nur einige wenige Meter über dem Meeresspiegel); einzelne grössere können die Höhe von ca. 10—16 Meter erreichen. Die Strandklippen sind gewöhnlich niedrig und vom einstigen Binneneis, wenigstens auf ihrer Nord- und Westseite, glattgeschliffen. In diesen Klippen finden



Fig. 10. Runmarö mit umgebenden Scheeren. (1:250,000).

sich tausende kleiner Höhlungen wechselnder Grösse, die mit süssem, oder in der Nähe des Ufers leicht salzhaltigem Wasser erfüllt sind. Viel seltener finden sich diese kleinen Wasseransammlungen auf den höheren Scheeren, da die Felsen der Nord- und Westseite schroff und uneben, und die gebildeten Höhlungen nicht gross genug sind, das Regenwasser längere Zeit zurückzuhalten.

Diese tausende von kleinen Lachen bilden für die Entwicklung von Süsswasseralgen ganz besonders geeignete Lokalitäten. Es ist eine dem Algologen wohlbekannte Tatsache, dass in der Natur häufig eine »Reinkultur« von Algen stattfindet, und zwar desto leichter, je kleiner die Wasseransammlung ist. In

den erwähnten Felshöhlungen findet man daher auch besonders häufig eine fast vollständig reine Algenvegetation.

Besonders reich an Wasseransammlungen und darin vegetierenden Organismen sind die sog. »Vogelscheeren«. Diese weit draussen im offenen Meer gelegenen, sehr niedrigen und flachen Scheeren bilden vor andern eine Zuflucht der Seevögel. Hier gedeiht eine grosse Mannigfaltigkeit von Algen, deren Entwicklung die massenhaft in die Wasserbecken fallenden Excremente der Vögel allem Anschein nach günstig zu sein scheinen. Auf Scheeren, die vor dem übeln Geruch dieser Excremente kaum zu betreten waren, findet man widerwärtig riechende Wasserbecken von Algen förmlich ergrünen.

Vom physiognomischen Standpunkt aus glaube ich in der Algenvegetation der Scheeren 3 Formationen unterscheiden zu können: 1) *Die Torfmooralgenformation*; 2) *Die submarine Formation* und 3) *Die Regenwasser-algenformation*.

Die Torfmooralgenformation.

Auf einigen grösseren Scheeren sind die grösseren Wasserbecken ganz von Moosen erfüllt, vorzugsweise mit *Sphagnum*- und *Hypnum*-Arten. Wir finden in diesen kleinen Sümpfen die in solchen Lokalitäten gewöhnliche Algenvegetation wieder, die ich mit *Torfmooralgenformation* bezeichne.¹⁾ Charakteristisch ist derselben die bunte Mischung ungleicher Arten, unter denen *Desmidiaceen* und *Protococcoideen* die vorherrschende Anzahl stellen. Hier habe ich einige für Skandinavien neue Arten entdeckt wie z. B. *Scenedesmus costatus* und *Coelastrum proboscideum*.

Die submarine Formation.

Wie früher erwähnt wurde, liegt der Wasserlinie zunächst eine Reihe kleiner Wasserbecken, deren Wasser der Wellenschlag mehr oder weniger Meereswasser beimengt. Natürlich herrscht hier, was den Salzgehalt der einzelnen Becken, oder auch des

¹⁾ HANSGIRG (p. 9) nennt die Algenvegetation entsprechender Lokalitäten in Böhmen die sphagnophile.

Wassers in ein und demselben Behälter betrifft, eine ganz bedeutende Variation. Es wurden leider nur einige Wasserproben aus diesen Tümpeln aufbewahrt, deren Salzgehalt bestimmt wurde. Sie ergaben einen Gehalt von 1—1,5 gr. Cl pro Liter, während das Meereswasser etwas über 3 gr. p. L. enthält. Jedenfalls gedeihen indessen in diesem Wasser mehrere eigentümliche Arten, die in den vom Meeresrand entfernten, mit reinem Regenwasser erfüllten Felshöhlungen nicht vorkommen. Eine künftige Untersuchung hätte zum Zweck, diese submarine Algenflora näher zu bestimmen; hier sollen nur einige, zweifellos hierhergehörende Formen erwähnt werden. Abgesehen von einigen bis jetzt nur unvollständig beobachteten Flagellaten sind als submarine Arten zu nennen: *Oocystis submarina*, *Brachiomonas submarina* und *gracilis*, sowie *Phaeodactylum tricornutum*. Über die beiden letzteren Gattungen ist zu bemerken, dass sie, laut einer Mitteilung des Herrn Professor LAGERHEIM, in ganz denselben Verhältnissen wie in den Stockholmer Scheeren auch bei Tromsö leben.

Die Regenwasseralgenformation.

Mit diesem Namen bezeichne ich die Algenvegetation aller nur mit Regenwasser erfüllten Felshöhlungen. Auf den Scheeren am reichsten vertreten, zeichnet sie sich dadurch aus, dass jede Wasseransammlung eine, oder wenige, verhältnissmässig »reinkultivierte« Arten enthält, die sonst im gewöhnlichen Süßwasser in bunter Mischung mit einander vorkommen.

Untersucht man gleichzeitig die vielleicht gegen hundert betragenden Süßwasseransammlungen einer Scheere, so findet eine lebhafte Vegetation zunächst nur in wenigen statt. In den meisten zeigt sich auf dem Grunde eine graugrüne Masse halbvermoderter Vegetationsüberreste, die zuweilen nur einer, oft mehreren Arten angehören. Da wo augenblicklich ein lebhaftes Wachstum stattfindet, erscheint die ganze Wassermasse grün. Dieses Entwicklungsstadium ist von verschiedener Dauer, beansprucht nur wenige Tage, wo die Vegetation aus Flagellaten,

manchmal mehrere Wochen, wo sie aus anderen Arten, z. B. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* besteht. Hat ein solches Wachstum sein Maximum erreicht, und ist darauf in der Abnahme begriffen, so sinken die entstandenen Ruhezellen — wo sich solche bilden (z. B. *Haematococcus*, *Stephanosphaera*-Zygoten) — oder die Überreste, zu Boden und bilden hier ein schmutzigrünes Lager. Mehrere Generationen verschiedenartiger Algen können sich so einander ablösen, was daraus hervorgeht, dass die Bodenschicht manchmal Reste mehrerer Arten enthält, während das darüber stehende Wasser von einer einzigen, lebhaft vegetierenden Art grün erscheint.

Es erübrigt noch ein Wort zu sagen über die in den genannten Regenwasserbecken am häufigsten vorkommenden Gewächse. Als die dort allergewöhnlichste Alge zögere ich nicht, *Dictyosphaerium Ehrenbergianum* ¹⁾ zu nennen. Besonders allgemein sind *Scenedesmus caudatus* und *obtusus*, *Pediastrum Boryanum*, *Sphaerella pluvialis* sens. lat., *Oocystis solitaria* u. a. Sehr oft findet man eine ungleichförmige oder auch eine homogene Mischung mehreren dieser Arten. Seltener sind *Stephanosphaera pluvialis*, *Pandoria Morum*, *Chlamydomonas pulvisculus*, *Chlorogonium euchlorum*, *Staurogenia rectangularis*, *Oocystis Echidna*, *Coelastrum microporum*, *Anabaena* sp., *Glaucozystis Nostochinearum* u. a.

Auch Fadenalgen finden sich im einen oder andern der grösseren Wasserbecken; sie sind in den meisten Fällen jedoch steril und unbestimmbar. Sehr gewöhnlich ist *Spirogyra*; recht häufig zeigen sich *Cladophora* sp. und *Oedogonium* sp., seltener *Microspora* sp.

Die Verbreitung dieser Algen von einer Scheere zur andern dürfte wohl in den meisten Fällen auf Rechnung der Seevögel zu schreiben sein, ebenso wie manche Phanerogamen (z. B. *Lemna minor*, häufig auf den Scheeren) sich auf diese Weise verbreiten dürften. Einen wenn auch nicht zwingenden Beweis für diese

¹⁾ Konserv. FOSLIE hat in WITTR. & NORDST. Alg. exsicc. N:o 728. *Dictyosph. pulchellum* aus ganz ähnlicher Lokalität in Norwegen vertheilt.

Art der Verbreitung liefert auch der Algenreichtum der »Vogelscheeren«. WILLE (S. 17) nimmt an, dass bei der Verbreitung der Süßwasseralgen gerade die Seevögel eine wichtige Rolle spielen und führt an, dass Gebiete übereinstimmender Algenvegetation durch Linien zusammengebunden gedacht werden können, die mit den Wegen der Zugvögel teilweise zusammenfallen. Ein Zoologe, JULES DE GUERNE, hat vom zoologischen Gesichtspunkt aus diese Frage experimentell studirt. Er fand dabei an dem Gefieder seiner Versuchstiere (Enten) Algenreste, Sporen, Cysten u. s. w. und an den Füßen Diatomeen und Desmidiéen. Darauf dass noch andere Tiere, nämlich die Wasserkäfer, die Verbreitung der Süßwasseralgen vermitteln können, haben die direkten Beobachtungen und Experimente MIGULA's (p. 514—517) hingewiesen.

Citierte Litteratur.

- BOHLIN=Studier öfver några slägten af alggruppen Confervales.
(Bih. K. Sv. Vet. Akad. Förh. Bd 23, III, N:o 3. 1897).
- BORZI=Intorno allo sviluppo sessuale di alcune Feoficee inferiori.
(Atti del Congresso Botanico Internazionale 1892).
- CIENKOWSKI=Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. (Arch.
f. mikr. Anatomie. Bd. VI. 1870).
- CHODAT I=Sur le genre Lagerheimia. (La Nuova Notarisia 1895).
- CHODAT II=Étud. de Biologie lacustre. A. Recherches sur l.
alg. pelag. d. quelq. lacs suiss. et franç. (Bull. d. l'Herb.
Boissier T. V. N:o 5, 1897).
- DANGEARD=Recherch. sur l. Algues inf. (Ann. Sc. nat. 7^{me} Sér.
Bot. I, 7).
- FRANCÉ I=Über die Organisation von Chlorogonium. (Termesz.
Füzetek. V. XX, 1897).
- FRANCÉ II=Die Polytomeen. (Jahrbüch. f. wissenschaftl. Bot.
herausgegeb. von Dr. N. Pringsheim. Bd. 26, H. 2. 1894).
- GOROSCHANKIN I=Beitr. z. Kenntn. d. Morph. u. System. der
Chlamydomonad. (Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou N:o 3, 1890).
- GOROSCHANKIN II=Beitr. z. Kenntn. d. Morph. u. Syst. der
Chlamydomonad. (Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou N:o 1, 1891).
- DE GUERNE=Sur les disséminations des organismes d'eau douce
par les Palmipèdes. (Compt. rend. hebd. d. séanc. Soc.
Biolog. T. V, 8^{me} Sér. Paris 1888). Ref. von ZACHARIAS
(Biolog. Centralbl. N:o 12, 1888).
- HANSGIRG=Neue Beitr. z. Kenntn. d. halophil., d. thermophil.
u. d. Berg-Algenflora etc. (Oesterr. bot. Zeitschr. Jahrg.
1888, N:o 2, 3, 4 u. 5).
- KLEBS I=Über d. Organis. einig. Flagellat. (Untersuch. Bot.
Inst. z. Tübingen I, 2, 1883).
- KLEBS II=Über d. Organis. d. Gallert. bei einig. Alg. u. Flagell.
(Untersuch. Bot. Inst. z. Tübingen II, 1886).

- KLEBS III=Flagellatenstudien I u. II. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Lpz. 1892).
- KRASSILTSCHIK = Zur Naturgeschichte und über die system. Stellung von *Chlorogonium euchlorum* EHR. (Zool. Anzeig. Jahrg. V. Lpz. 1882).
- LAGERHEIM I=Studien über arktische Cryptogamen. (Tromsø Museums Aarshefte 17. 1894).
- LAGERHEIM II=Bidrag t. känded. om Stockh. Pediastr. etc. (Öfvers. K. Vet. Akad. Förhandl. 1882, N:o 2).
- LAGERHEIM III=Bidrag till Sverges Algflora. (Öfvers. K. Vet. Akad. Förhandl. 1883, N:o 3).
- LAGERHEIM IV=Ueber Phæocystis Poucheti (HAR.) LAGERH. (Öfvers. K. Vet. Akad. Förhandl. 1896, N:o 4).
- MIGULA=Die Verbreitungsweise der Algen. (Biolog. Centralblatt Bd. VIII, N:o 17, 1888).
- REINSCH=Die Algenflora des mittl. Theiles von Franken. Nürnberg 1867.
- SCHRÖDER=Planktonorganismen im Teiche des bot. Gartens zu Breslau. (Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. Jahrg. 15, Heft. 7).
- SCHÜTT=*Bacillariales* in ENGL. & PRANTL., Die nat. Pflanzenfamilien H. 143—145.
- STEIN=Der Organismus der Infusionsthier. III, 1. Lpz. 1878.
- DE TONI I=Sylloge Algarum. Vol. I. Patavii 1889.
- DE TONI II=Sylloge Algarum. Vol. III. Patavii 1895.
- WEST=On some new and interesting Freshwater Algæ. (Journ. R. Micr. Soc. 1896, pp. 149—165).
- WILLE=Om Færøernes Færskvandsalger og om Færskvandsalgernes Spredningsmaader. (Botaniska Notiser 1897. H. 1 u. 2).
-