

0. K.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung
der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

deventer
Neue Folge. Elfter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 4 Tafeln, 39 Figuren im Text, 3 Karten und 5 Tabellen.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1910.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen

herausgegeben

von der

Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung
der deutschen Meere in Kiel

und der

Biologischen Anstalt auf Helgoland.

Im Auftrage des

Königl. Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen und Forsten und des Königl. Ministeriums
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.

Neue Folge. Elfter Band.

Abteilung Kiel.

Mit 4 Tafeln, 39 Figuren im Text, 3 Karten und 5 Tabellen.

Kiel und Leipzig.
Verlag von Lipsius & Tischer.
1910.

Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen.

Neue Folge. Elfter Band. Abteilung Kiel.

Inhalt.

	Seite
P. Thomsen. Über das Vorkommen von Nitrobakterien im Meere	1
Fr. Kraefft. Über das Plankton in Ost- und Nordsee und den Verbindungsgebieten, mit besonderer Berücksichtigung der Copepoden. (Mit Tafel I, 9 Figuren im Text und 3 Tabellen.) . . .	29
E. Raben. Ist organisch gebundener Kohlenstoff in nennenswerter Menge im Meerwasser gelöst vorhanden?	109
E. Ruppin. Bestimmung von Cl, SO ₃ und σ_0 in den aus Kristiania eingesandten Kontrollproben .	119
C. Apstein. Chaetoceras gracile Schütt und Chaetoceras vistulae n. sp. (Mit 2 Figuren im Text.)	133
H. Merkle. Untersuchungen an Tintinnodeen der Ost- und Nordsee. (Mit Tafel II und III und 3 Figuren im Text.)	139
Eb. Eichelbaum. Über Nahrung und Ernährungsorgane von Echinodermen. (Mit Tafel IV und 14 Figuren im Text.)	187
E. Ruppin. Die Alkalinität des Meerwassers. Meerwasser, Kohlensäure, kohlenaurer Kalk, ein System aus 3 Bestandteilen nach der Phasenregel. (Mit 2 Karten und 2 Figuren im Text.) .	277
E. Raben. Dritte Mitteilung über quantitative Bestimmungen von Stickstoffverbindungen und von gelöster Kieselsäure im Meerwasser	303
H. Merkle. Das Plankton der deutschen Ostseefahrt Juli-August 1907. (Mit 1 Karte, 3 Figuren im Text und 2 Tabellen.)	321
Joh. Schüler. Über die Ernährungsbedingungen einiger Flagellaten des Meerwassers. (Mit 6 Figuren im Text.)	347

Aus dem botanischen Institut in Kiel.

Über die Ernährungsbedingungen einiger Flagellaten des Meerwassers.

Von

Johannes Schüler.

Die Kenntnis von den Lebens- und Kulturbedingungen der Flagellaten ist noch lückenhaft, da die Versuche, sie auf künstlichen Nährsubstraten zu züchten, bisher nur bei wenigen Formen geglückt sind. Jeder gelungene Versuch, weitere Flagellatenformen zu kultivieren, liefert schätzenswerte Beiträge für dieses Gebiet. Daher veranlaßte mich Herr Geheimrat Reinke, die Umgebung von Kiel auf Flagellaten zu untersuchen und die gefundenen Formen nach Möglichkeit zu kultivieren. Ich lenkte hierbei meine Aufmerksamkeit insbesondere auf marine Formen, über deren Kultivierbarkeit in der Literatur bisher keine Angaben vorliegen.

Einleitung.

Bevor ich zur Schilderung meines Versuchsmaterials und der damit gewonnenen Ergebnisse übergehe, möchte ich mit einigen Worten die Untersuchungen anderer Autoren rekapitulieren, die sich mit der Kultur von Flagellaten beschäftigt haben, und über die wichtigsten physiologischen Resultate, welche jene erzielt haben, zusammenfassend berichten.

Zu den als kultivierbar erkannten Formen gehören die von Hans Meyer¹⁾ näher beschriebenen, mit braunen Chromatophoren ausgestatteten Formen: *Ochromonas granulosa* und *O. variabilis*, sowie die farblose *Monas amoebina*.

Als geeignete Nährböden erkannte Meyer anorganische Mineralsalzlösungen, ferner kohlehydrathaltige Lösungen (Glukose, Maltose usw.). Peptonlösungen eigneten sich nur bei einigen der genannten Formen, anderen gegenüber versagten sie völlig.

In Kulturen am genauesten untersucht ist wohl die von Zumstein²⁾ bearbeitete *Euglena gracilis*. Besonders wertvoll sind Zumsteins Ergebnisse durch den Nachweis, daß organische Ernährung die Chromatophoren der genannten *Euglena*-Art zur Rückbildung bringt und die *Euglena* unter geeigneten Versuchsbedingungen sogar farblos werden läßt. Weiterhin beobachtete Zumstein, daß seine *Euglena* selbst hohe Konzentrationen Säure (1—2% Zitronensäure) gut verträgt; dadurch wurde ihm bei seinen Experimenten der Kampf gegen die Bakterien sehr erleichtert. Auf diese und andere Punkte seiner Arbeit werde ich später zurückkommen.

Drittens wurde kürzlich eine saprophytische Vertreterin der Peridineen oder Dinoflagellaten von Küster³⁾ kultiviert. Als Nährboden empfahl der Autor namentlich Fucusextrakt, über dessen Verwendbarkeit ich später sprechen werde.

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß auch parasitisch lebende Flagellaten, Trypanosomen (z. B. von Mac Neal und Novy⁴⁾) neuerdings kultiviert sind, auf die ich aber in Anbetracht ihrer ganz abweichenden Lebensweise nicht einzugehen brauche.

¹⁾ Meyer, Hans: Untersuchungen über einige Flagellaten. Dissert. Basel 1897.

²⁾ Zumstein, H.: Zur Morphologie und Physiologie der *Eugl. gracilis* Klebs. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 34, 1900, pag. 149 ff.

³⁾ Küster, E.: Eine kultivierbare Peridinee. Archiv f. Protistenk., Bd. 11, 1908, pag. 351 ff.

⁴⁾ Neal und Novy: Cultivation of *Trypanos. Lewisi*. (Contrib. to med. research to V. C. Vaughan, Juni 1903), vgl. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. 21, 1904, pag. 372.

Meine Versuche beziehen sich hauptsächlich auf zwei marine Flagellaten, die ich am Strande zwischen Laboe und Stein gesammelt habe. Eine Fundgrube von verschiedenen Flagellaten sind die flachen Meerwasserlachen, die sich in der Nähe der Brandungszone allenthalben bilden. Sie verraten oft schon durch ihre Färbung dem unbewaffneten Auge den Reichtum an Flagellaten, die beim Eintrocknen der Wasseransammlungen auf der Oberfläche des Sandes in ungeschädigter Verfassung zurückzubleiben pflegen.

Die erste Form, welche ich hier zu behandeln habe, ist eine Euglene, die ich an dem genannten Standort kurz vor Neu-Stein stets in reichlicher Menge vorfand.

Die zweite Form ist eine blaugrüne Flagellate, die sich als *Cryptoglana americana* Davis (*Cyanomonas americana* Oltmanns) bestimmen ließ und ebenfalls auf dem Sande bei Neu-Stein sehr reichlich auftrat.

I. *Euglena baltica* n. sp.

Zur Bestimmung von Euglenen sind die Werke von Klebs⁵⁾, Hübner⁶⁾ und neuerdings von Lemmermann⁷⁾ maßgebend.

Klebs teilt die Euglenen in fünf Typen ein. Es war die Frage zu entscheiden, welchem Typus ich die von mir gefundene Form einzureihen hätte. Um die Stellung meiner Euglene klarzulegen, werde ich nacheinander die einzelnen Typen mit meiner Euglene vergleichen und der Kürze wegen die von mir studierte Form als *Euglena baltica* bezeichnen. Dabei wird sich noch Gelegenheit geben, die morphologischen Eigentümlichkeiten der von mir gefundenen Form zu studieren.

1. Der Typus der *Euglena acus* kommt nicht in Betracht. *E. acus* hat einen schmal zylindrischen bis nadelförmigen Körperbau, *E. baltica* dagegen ist spindelförmig gebaut und läuft keineswegs allmählich in eine lange Endspitze aus.

2. Der Typus der *Euglena spirogyra* ist, wie leicht ersichtlich, auszuschalten wegen der hervortretenden Spiralhöcker, die der *E. baltica* fehlen.

3. Dem Typus der *Euglena oxyuris* entspricht meine Euglene nicht. *E. oxyuris* hat Torsionskanten, *E. baltica* dagegen keine.

4. Zum Typus der *Euglena deses* kann ich die *E. baltica* gleichfalls nicht stellen; der Körper der *E. deses* ist zylindrisch oder bandförmig, der der *E. baltica* spindelförmig.

5. Der Typus der *Euglena viridis* endlich scheint für meine Euglene in Frage zu kommen. Zwar werden die Chromatophoren für diesen Typus allgemein als bandförmig angegeben, dennoch rechnet Klebs die *E. gracilis*, obwohl sie scheibenförmige Chlorophyllträger besitzt, zu ihm. Da sowohl die Chromatophoren als auch die Paramylonkörner der *E. baltica* scheibenförmig gestaltet sind, scheint es angebracht, diese Form unter diesen Typus zu rechnen.

Von den zum Typus der *E. viridis* gehörigen Arten scheint die von Zumstein ausführlich studierte *E. gracilis* am meisten der in Laboe gefundenen Spezies zu entsprechen; immerhin sind beide Formen nicht miteinander identisch.

Euglena gracilis Klebs besitzt nach Beschreibung von Zumstein einen langgestreckten zylindrischen bis schmal eiförmigen Körper. Einen ausgeprägt spindelförmigen hat dagegen *E. baltica*. Der Körper der letzteren ist vorn etwas abgerundet und läuft hinten in einen farblosen Endstachel aus, welcher bei metabolischer Abkuglung zunächst noch bestehen bleibt und erst bei besonders energischer Kontraktion verschwindet. *E. gracilis* verfügt über 10 bis 30 scheibenförmige, rundliche oder polygonale Chromatophoren, die nach Zumstein je einen Paramylonkern tragen. *E. baltica* dagegen hat ungelappte, runde, scheibenförmige Chlorophyllträger, 15 bis 40 an der Zahl, die der Zellhaut anliegen. Ihr Kern liegt meist im hinteren Teil der Zelle, seltener zentral, während seine Lage für *E. gracilis* als zentral angegeben wird. Die Zellteilung der letzteren Form findet im beweglichen Zustand, seltener in Ruhe statt; für *E. baltica* wurde gerade das umgekehrte Verhalten beobachtet. Ein weiterer mir wichtig erscheinender

⁵⁾ Klebs, G.: Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. Unters. d. Tüb. Institut. Bd. 1, 1883, pag. 233 ff.

⁶⁾ Hübner: Euglenaceenflora von Stralsund. Schulprogramm 1886.

⁷⁾ Lemmermann, E.: „Algen“, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. III, Heft 3 und 4, 1908 ff.

Unterschied ist das Vorhandensein von Pyrenoiden an den Chromatophoren der *E. gracilis*, während die Chlorophyllträger der *E. baltica* pyrenoidfrei sind. Was schließlich die Paramylonkörner betrifft, so sind sie bei *E. gracilis* wenig oder gar nicht vorhanden, bei *E. baltica* dagegen wurde stets eine wechselnde Anzahl größerer oder kleinerer über den ganzen Zellenleib verteilter Scheibchen von Paramylon beobachtet. Hier möge nur noch hervorgehoben sein, daß *E. gracilis* ein Bewohner des Süßwassers ist, während *E. baltica* nur im Meerwasser von mir gefunden wurde. Wie sehr sich *E. baltica* bezüglich ihres physiologischen Verhaltens von *E. gracilis* unterscheidet, wird später erörtert werden.

Eine systematisch geordnete Übersicht der bei Stralsund gefundenen Euglenen verdanken wir Hübner. Ich will mit seinen Angaben die eigenen Beobachtungen vergleichen.

Hübner bringt die von ihm untersuchten Euglenenspezies in 3 Reihen unter, die er folgendermaßen charakterisiert:

Erste Reihe:

„Körper meist starr, langzylindrisch, vielfach mit Torsionskanten. Chromatophoren einfach, zahlreich, scheibenförmig. Großkörner vorwaltend. Teilung im ausgereckten Zustand.“

Zweite Reihe:

„Körper starr, eiförmig, spiralig gestreift oder mit Spiralleisten versehen. Chromatophoren einfach, zahlreich, scheibenförmig, pyrenoidfrei — bei der höchst entwickelten Form in geringer Zahl, groß, scheibenförmig mit einseitig beschaltem Pyrenoid. Großkörner in Ringform vorwaltend. Teilung wahrscheinlich bei allen Arten im ausgereckten Zustand.“

Dritte Reihe:

„Körper metabolisch, spindelförmig oder eilänglich. Cuticula zart spiralig gestreift. Chromatophoren hochentwickelt mit beiderseits beschaltem Pyrenoid, uhrglasförmig mit unregelmäßig gelapptem Rande, flach sternförmig oder allseitig sternförmig. Teilung im abgerundeten Zustand nach vorhergegangener Hüllenbildung.“

In welche dieser 3 Hübner'schen Reihen *Euglena baltica* am besten paßt, ist schwer zu entscheiden. Von der ersten und zweiten Reihe unterscheidet sich *E. baltica* durch die veränderliche Körperform, von der dritten Reihe durch den Mangel an beschaltem Pyrenoiden.

Die neueste systematische Zusammenstellung aller bisher beschriebenen *Euglena*-Arten gibt E. Lemmermann⁸⁾ in seinem noch im Erscheinen begriffenen Werke über Algen.

Die für mich in Frage kommende Euglene ist die von Dangeard beschriebene *E. proxima*. Sehr dankbar bin ich Herrn Dr. Lemmermann für freundliche Übermittlung der Diagnose dieser Art. Um zu zeigen, daß auch *E. proxima* nicht mit *E. baltica* identisch ist, gebe ich die Diagnose wörtlich wieder:

E. proxima Dangeard: „Zellen lebhaft metabolisch, spindelförmig, vorn breit abgerundet, hinten mit farbloser Endspitze 60—70 μ lang, 20 μ breit. Geißel so lang wie die Zelle, oder um die Hälfte länger. Chromatophoren zahlreich, scheibenförmig, ohne Pyrenoide. Paramylonkörner teils ringförmig, teils kurz zylindrisch. Membran spiralig gestreift. Teilungszustände kugelig mit dünner Hülle. Dauerzustände kugelig mit konzentrisch geschichteter Membran.“

Die Unterschiede gegen meine Euglene bestehen darin, daß die Zelle der *E. baltica* vorn zunächst nur schwach abgerundet ist; ferner ist auch die Größe geringer (51 μ). Die Geißel der *E. baltica* erreicht auch nicht die Länge der Geißel der *E. proxima*. Schließlich ist die Form der Paramylonkörner meiner Euglene im normalen Zustande scheibenförmig, gegenüber der teils ringförmigen, teils kurz zylindrischen Gestalt der Körner von *E. proxima*.

Ich halte mich hiernach für berechtigt, die von mir untersuchte Form als neue Spezies von den bisher bekannten Formen zu unterscheiden und fasse die Merkmale zu folgender Diagnose zusammen:

E. baltica n. sp., Fig. 1. Körper lebhaft metabolisch, in der Bewegung lang gestreckt, spindelförmig, am Vorderende etwas abgerundet, hinten in eine kurze farblose Spitze auslaufend. Größe ca. 34 μ . Cuticula zart spiralig gestreift. Chromatophoren 15 bis 40, scheibenförmig, der Zellhaut anliegend. Farbe hell- oder gelblichgrün. Pyrenoide fehlen. Paramylonkörner scheibenförmig in wechselnder Menge, 30 bis 60 an der Zahl,

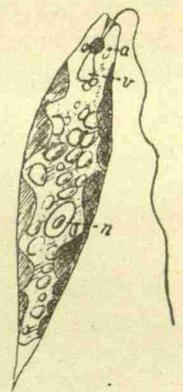


Fig. 1.
Normal gebaute Zelle
von *Euglena baltica*.
a = Augenfleck,
v = Vakuole, n = Kern.
Vergr. 1000.

⁸⁾ a. a. O.

Größe durchschnittlich $3,2 \mu$, Zellkern meist terminal, seltener zentral. Augenfleck unregelmäßig scheibenförmig, den Membrantrichter halbseits umschließend. Cilie so lang wie der Körper. Zellteilung meist in ruhendem Zustand innerhalb kugeligter Gallerthüllen, seltener im beweglichen Zustand.

Die vorangehende Schilderung stellt die Befunde zusammen, die ich an den, ihrem natürlichen Standort entnommenen Euglenen sammeln konnte. Ich gehe nun dazu über, die mit *E. baltica* angestellten Kulturversuche zu schildern.

Als Nährmedien benutzte ich flüssige und feste Nährböden. Die Lösungen, die zur Verwendung kamen, waren vor allem natürliches und verdünntes Ostseewasser und Leitungswasser. Als feste Nährböden dienten diese Lösungen mit Zusatz von 1—2% Agar-Agar, seltener wurde Gelatine verwandt.

Von organischen Nährmedien kamen zur Verwendung zuckerhaltige Lösungen, Agargemische, mit Maisdekokt angesetzte Medien u. a. m.

Sowohl auf Objektträgern, als auch in kleinen Dosen und Petrischalen wurden die Euglenen in vielen Versuchsreihen kultiviert und beobachtet. Um eine intensive Bestrahlung durch Sonne und damit häufig verbundenes Absterben der Organismen zu verhindern, was leicht zu falschen Schlüssen auf die Reaktion des betreffenden Nährbodens Anlaß geben konnte, wurden die Kulturen auf dem Brett des Nordfensters meines Arbeitszimmers bei einer Durchschnittstemperatur von 16° C. aufgestellt.

Leider gelang es mir nicht, bakterienfreie Reinkulturen herzustellen, da die isolierten Individuen immer sehr bald nach der Isolierung abstarben.

Die Resultate, welche ich an meinen Kulturen gewinnen konnte, will ich nach folgenden Gesichtspunkten ordnen:

- A. Morphologische Eigentümlichkeiten.
- B. Zellteilung.
- C. Cysten.
- D. Augenfleck.
- E. Paramylon.
- F. Einfluß der Reaktionen (Säure und Alkali).
- G. Einfluß der Konzentration.
- H. Einfluß organischer Nahrung.
- J. Teilung und Teilungsgeschwindigkeit.
- K. Degenerationserscheinungen.

A. Morphologische Eigentümlichkeiten.

Es versteht sich von selbst, daß hinsichtlich ihrer morphologischen Eigentümlichkeiten die auf künstlichen Nährmedien kultivierten Zellen den auf ihrem natürlichen Substrat gefundenen nicht in allen Stücken entsprechen. Ich werde die Kulturbefunde schildern und mit den am frisch gesammelten Material beobachteten Erscheinungen vergleichen.

Die allgemeine Körperform und Größe der Euglenen ist in allen Nährmedien ungefähr die gleiche.

Die durchschnittlich lebhafteste, rechtsdrehende Schwimmbewegung ist eine schraubenförmige.

Die Metabolie ist stark ausgeprägt, sowohl in flüssigen als auch festen Nährböden. Es bleibt der Euglene nach Verlust der Geißel somit immer noch die Möglichkeit der Bewegung.

Die Größenverhältnisse sind sehr verschieden, wie die Tabelle I zeigen wird. Es wurden vom Ausgangsmaterial 50 Euglenen im völlig ausgestreckten Zustand gemessen.

Tabelle I.

	Minimum	Mittel	Maximum
Länge	$17,5 \mu$	34μ	51μ
Breite	5μ	9μ	$13,5 \mu$

B. Zellteilung.

Die Zellteilung im beweglichen Zustand erfolgt bei *E. baltica* in flüssigen, seltener auf festen Nährböden. Besonders schön ließ sich die Teilung in ganz verdünntem Fucusdekot verfolgen. Es fand nach dem Abwerfen der Geißel Kontraktion und Teilung der inneren Organe statt, während welcher Zeit die Euglene unbeweglich blieb. Sobald jedoch die Einschnürung begann, sproßten bereits die Geißeln der Tochterindividuen hervor, und bald wurden lebhaftere Bewegungen ausgeführt, die nach vielfachem Hin- und Herzerren zur Trennung der Individuen führten. Die Bildung von Schleimhüllen konnte ich hierbei nicht beobachten.

Die Teilung im ruhenden Zustand innerhalb von Gallerthüllen trat meist auf festen Nährböden, z. B. 2% Agar-Agar, ein. Kulturversuche auf Gelatine führten wegen der sauren Reaktion zu keinem Resultat.

Auf 1% Agar-Agar sah ich häufig auch Teilungen im beweglichen Zustand. Hinzufügen möchte ich noch, daß Teilungen innerhalb von Schleimhüllen im abgerundeten Zustand in flüssigen Nährmedien wohl ebensooft zu konstatieren waren, wie solche im beweglichen Zustand.

Wie Zumstein habe auch ich Gelegenheit gehabt, eine simultane Dreiteilung auf 1% Glukoseagar zu beobachten. Die drei normal ausgebildeten Individuen waren am hinteren Körperende noch vereinigt. Das Vorhandensein von Geißeln konnte ich bei diesem Falle nicht feststellen. Eine weitere Eigentümlichkeit war die, daß zwei dieser Individuen mit je 2 Pigmentflecken, das dritte nur mit einem solchen ausgestattet war (vgl. Fig. 2), doch konnte ich nicht feststellen, ob es sich um echte Augenflecke oder um Carotin-Anhäufung anderer Art (siehe unten) handelt, da die Beobachtung auf Agar-Agar eine genauere Untersuchung nicht zuließ.

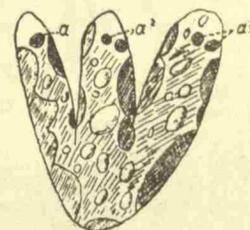


Fig. 2.
Simultane Dreiteilung auf
Maisagar. 2 Individuen mit
je 2 Augenflecken. (a²)
Vergr. 600.

C. Cysten.

Die Cysten der *E. baltica* sind von kugliger, selten von ellipsoidischer Gestalt. Der Zellenleib erscheint infolge der starken Kontraktion dicht mit Paramylonkörnern erfüllt. Die Dicke der Membran schwankt zwischen 1,3 und 1,7 μ . Eine nachträgliche Zweiteilung innerhalb der Membran konnte ich an frisch gesammeltem Material nicht häufig beobachten, wohl aber auf künstlichen Nährböden. Veranlassung zur Bildung der Cysten war wohl die allmählich sich verringernde Nahrung oder ihre Veränderung durch Anhäufung von Stoffwechselprodukten fremder Organismen. Die schwach grüne Farbe nahm mehr einen grauen Ton an und häufig zeigten sich mehrere rote Körper, die wohl als Carotinanteil der sich zurückbildenden Chloroplasten anzusprechen sind (vgl. Küster⁹⁾). Durch Übertragen dieser Cysten in gewöhnliches Seewasser gelang es leicht, ein Ausschlüpfen zu beobachten.

D. Augenfleck.

Der Augenfleck der Euglenen liegt nach Angaben der Autoren an der Vakuole. Francé¹⁰⁾ fand eine Ausnahme bei *E. acus* und *E. Ehrenbergii*, doch verzichtet er auf eine nähere Schilderung dieses Ausnahmeverhaltens. Der Augenfleck der *E. baltica* ist vergleichbar einem gewölbten Scheibchen, daß sich nicht der Vakuole, sondern oberhalb derselben dem Membrantrichter anschmiegt. Die Form ist sehr verschieden, meist unregelmäßig, selten elliptisch oder kreisförmig. Die Größe des Stigmas betrug durchschnittlich 3 μ .

Der Definition Francé's, die dieser von den Pigmentflecken der Flagellaten als scheinbar allgemeingültig gibt, als einfachste Sehorgane — besser zu sagen wäre wohl Lichtempfindungsorgane — kann ich für die von mir untersuchte *E. baltica* nur im ersten Teil zustimmen, wenn genannter Schriftsteller von den Stigmata sagt; sie „bestehen aus einer plasmatischen feinmaschigen Grundsubstanz, in welche zahlreiche ölartige rote Körnchen eingelagert sind und aus entweder einem oder einigen bis zahlreichen stark licht-

⁹⁾ Küster: Neue Ergebnisse auf dem Gebiet der patholog. Pflanzenanatomie. In: Ergebnisse der allg. Pathologie usw. Band IX, 1907, pag. 406.

¹⁰⁾ Francé, R.: Zur Morphologie und Physiologie der Stigmata der Mastigophoren. Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 56, 1893.

brechenden, bei den Euglenoïden aus Paramylon bestehenden Körnchen, welche meist regelmäßig, zuweilen jedoch regellos gruppiert, eine Sonderung in größere, zentrale oder azentrale Kristall- und kleinere, immer zahlreichere Linsenkörper erlauben.“

Von Kristall- und Linsenkörpern habe ich an den Pigmentflecken der *E. baltica* nichts entdecken können.

Einen Zerfall des Augenflecks in rote Körnchen nach Behandlung mit warmem Glycerin und Kalilauge habe ich beobachtet. Chloralhydrat bewirkte nach einiger Zeit ein Zusammenfließen der ölartigen Pigmentkörner, so daß die körnige Struktur verschwand und die Scheibchen jetzt homogen rot gefärbt erschienen; außerdem nahm der vorher unregelmäßig gestaltete Augenfleck eine runde Form an. Nach Behandlung mit Chlorzinkjod trat keinerlei Veränderung am Pigmentfleck ein.

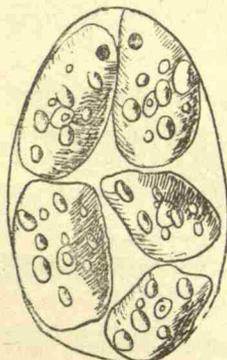


Fig. 3.

Gallerthülle mit 5 Euglenen, von denen nur 2 im Besitze eines Augenflecks sind. Von einer 4 Tage alten Maisagarkultur. Vergr. 1000.

Es sind mir auch stigmalose Euglenen bekannt geworden, die vermutlich durch ausbleibende Augenflecksteilung bei Vermehrung der Zellen zustande kommen. Beobachtet wurde dies bei den sich sehr lebhaft vermehrenden Euglenen auf Maisagar und 0,5% Glukoseagar. Bei der zweiten Generation war das Vorhandensein eines Augenflecks meist noch nachzuweisen, bei der dritten Generation war dies durchaus nicht immer möglich. Bei den in einer Gallerthülle vor sich gegangenen Teilungen traten mannigfache Abnormitäten hervor. So fand ich in einer Hülle drei Individuen, von denen zwei mit Pigmentflecken versehen waren, das dritte keinen besaß, dann fünf Individuen, von denen nur zwei mit Stigma ausgestattet waren (vgl. Fig. 3). Vierstadien, bei denen nur zwei oder drei Euglenen mit Augenfleck versehen waren, habe ich häufig beobachten können.

Ob den stigmalosen Individuen die Fähigkeit zukommt, den Augenfleck zu regenerieren, muß dahingestellt bleiben. Es kommen auf Nährmedien verschiedener Art Euglenen vor, die neben dem normalen Stigma oder in wechselndem Abstand von ihm eine Anhäufung roter Punkte aufweisen, die unter Umständen zwei Augenflecke vortäuschen können. Ich werde von diesen Erscheinungen im letzten Kapitel sprechen.

E. Paramylon.

Die Gestalt, Größe und Anzahl der Paramylonkörner ist recht verschieden. Ich fand kleinste Formen, die entweder kreisrunde Scheibchen waren und deutlich eine amphicoele Ausbildung erkennen ließen, und außerdem große, abgeflacht ellipsoidische Körner. Die kleinsten maßen ca. 1μ , die größten 6μ . In den Euglenen, die dem Ausgangsmaterial entstammten, fand ich nur erstere Formen von allerdings sehr verschiedener Größe. Die ellipsoidischen Großkörner wurden hauptsächlich nur in künstlich ernährten Individuen wahrgenommen. Die elliptischen Scheiben mit beiderseitiger Aushöhlung zeigen im Zentrum eine schwächer lichtbrechende Region, die je nach der Form des Kernes oval oder rund erscheint. Dieses lichtbrechende Zentrum wird in den neueren Paramylonuntersuchungen von Bütschli¹¹⁾ als Zentralhöhle bezeichnet und kann als Ausgangspunkt des Wachstums angesprochen werden. Körner mit zwei nebeneinanderliegenden Zentralhöhlen habe ich nicht gefunden.

In künstlichen Nährlösungen, namentlich auf Agar-Agar, nahmen die ursprünglich scheibenförmigen Paramylonkörner eine abgeflacht ellipsoidische Gestalt an und die Kleinkörner verschwanden fast gänzlich. Ich kann wohl mit Recht annehmen, daß diese ellipsoidische Form aus der scheibenförmigen durch doppelseitiges Wachstum hervorgeht. Schließen läßt darauf die interessante Spaltbarkeit der in kultivierten Euglenen gebildeten Körner. Wurde nämlich ein Präparat solcher mit Paramylon dicht erfüllter Euglenen unter dem Deckglas zerdrückt, so zerfielen die Paramylonkörner in regelmäßige Plättchen. Die Spaltung war in der Richtung der Längsachse vor sich gegangen und hatte das ellipsoidische Korn in drei oder mehr ovale Scheibchen gespalten. Diese eben erwähnte Erscheinung zeigte sich bei Euglenen, die ich längere Zeit auf Maisagar kultiviert hatte.

¹¹⁾ Bütschli, O.: Beiträge zur Kenntnis des Paramylons. Arch. f. Protistenkunde, Bd. VII, 1906.

F. Einfluß der Reaktionen. (Säure und Alkali.)

1. Säure.

Zumstein hat von der *Euglena gracilis* nachgewiesen, daß sie gegen Säure außerordentlich widerstandsfähig ist, obgleich die grünen Algen, wie namentlich *Migula*¹²⁾ und *Molisch*¹³⁾ fanden, gegen Säure äußerst empfindlich sind.

Euglena baltica verhält sich ganz anders als *E. gracilis*, indem sie nur ganz geringen Säuredosen zu widerstehen vermag. Als organische Säuren benutzte auch ich Zitronen-, Apfel-, Wein- und Oxalsäure.

a) Seewasser und Zitronensäure.

0,2 % wirkten sofort tödlich, indem die Euglenen zu Boden sanken und sich teils kontrahierten, teils streckten.

0,1 % wirkte auf drei Viertel der Individuen tödend, 25 % blieben zunächst am Leben, doch trat keine Vermehrung ein und die Individuen starben nach 4 Tagen ab.

0,05 % erwiesen sich als schwach giftig, es trat Cystenbildung, aber keine Teilung, und nach 7 Tagen der Tod ein.

0,025 % wirkten schwächer, da hier nach 7 Tagen Teilung einsetzte. Bis dahin hatten die Euglenen in bewegungslosem Zustande verharret, dann begann jedoch lebhaftes Schwärmen zum Lichtrande. Nach weiteren 2 Tagen waren alle Individuen in Teilung begriffen. Bei den täglich vorgenommenen Beobachtungen fand ich stets schwärmende und in Teilung begriffene Euglenen vor.

b) 1 % Knop und Zitronensäure

wirkte in den obigen vier Konzentrationen giftig.

Es war vorstellbar, daß der Zusatz entwicklungsfördernder Substanzen die Euglenen gegen Zitronensäure widerstandsfähiger machen könnte. Ich untersuchte daher ihr Verhalten in organischen Nährlösungen, die durch Zitronensäure angesäuert waren.

c) Fucusextrakt und Zitronensäure.

0,2 % der Säure töteten sofort, in 0,1 % dagegen waren am nächsten Tage alle Zellen am Leben. Nach 2 mal 24 Stunden hatten sich alle Individuen abgerundet, einige waren sogar tot und am dritten Tage lebte nur noch der vierte Teil; Teilungen fanden nicht statt.

In 0,05 % Zitronensäure schwärmten nach 24 Stunden fast alle Euglenen, nach 72 Stunden waren alle enzystiert, doch trat weder Teilung noch Schwärmen ein. Die Konzentration von 0,015 % der Säure schien den Individuen zuzusagen. Zwar hatte ihre Beweglichkeit binnen 24 Stunden abgenommen, doch hatten sich in dieser Zeit viele im beweglichen Zustand geteilt. Nach 2 Tagen hatte die Bewegung fast gänzlich aufgehört, die Zellen waren meist in ein Ruhestadium übergegangen, worin viele Teilungen stattfanden.

d) Erbsdekokt und Zitronensäure.

0,2 % und 0,1 % wirkten tödend, auch bei 0,05 % waren nach 24 Stunden einige tot, nach weiteren 24 Stunden lebten nur noch 75 %; Teilung war nicht eingetreten. Nach 7 Tagen waren die meisten Individuen abgerundet und nach weiteren 7 Tagen vollführten sie erst wieder ihre normalen Schwimmbewegungen und teilten sich. 0,025 % wirkten wenig giftig. Teilungen begannen erst nach 7 Tagen, wurden dann aber sehr lebhaft.

e) 0,5 % Pepton und 0,02 % acid. citr.

Diese Kombination sagte den Euglenen sehr zu; die Entwicklung in diesem Nährmedium kann als eine üppige bezeichnet werden.

¹²⁾ Migula, W.: Über den Einfluß stark verdünnter Säurelösungen auf Algenzellen. Diss. Breslau 1888.

¹³⁾ Molisch, H.: Die Ernährung der Algen I. Sitzungsber. d. Kais. Akad. zu Wien. Bd. 104 I. 1895.
Die Ernährung der Algen II. Ebendort Band 105 I. 1896.

f) Maisagar und Zitronensäure.

Auf diesem festen Nährsubstrat konnten die Flagellaten die Konzentrationen von 0,2—0,025 % überhaupt nicht vertragen; 24 Stunden nach dem Impfen waren alle Individuen abgestorben.

In der von Zumstein für *E. gracilis* als ausgezeichnet befundenen Nährlösung folgender Zusammensetzung:

0,5 % Pepton,
0,5 % Glukose,
0,2 % acid. citr.,
0,02 % Magnesiumsulfat,
0,05 % Kaliumphosphat,
100 % aq. dest.,

gingen meine Euglenen sofort zugrunde. Erst als ich in ihr die Konzentration der Zitronensäure um das Vierfache herabgesetzt hatte, gediehen die Euglenen in der Lösung vortrefflich.

Was die anderen zur Untersuchung herangezogenen Säuren, wie Apfel-, Wein- und Oxalsäure, betrifft, so wirkten sie in den Konzentrationen 0,2—0,025 in allen Fällen in kurzer Zeit giftig. Ein Rückblick auf die geschilderten Erscheinungen zeigt, daß *E. baltica* gegen organische Säuren außerordentlich empfindlich ist, Beigabe organischer Nahrung sie jedoch widerstandsfähiger macht.

2. Alkali.

Nachdem das Verhalten der Euglenen gegen Säure festgestellt war, lag es nahe, auch die Einwirkung von Alkali näher zu untersuchen. Es wurde eine $\frac{1}{10}$ molekulare Kalilauge verwendet, die tropfenweise den Kulturböden zugesetzt wurde. Als solche wurden benutzt 1 % Knop's Nährlösung, Seewasser, Fucusdekot und Maisagar. Genauer untersucht habe ich das Verhalten in Knop'scher Nährlösung. Es wurden 5 ccm der schwachsauer reagierenden Knop'schen Lösung mit 10 Tropfen einer $\frac{1}{10}$ mol. Kalilauge neutral gemacht. Nach Zusatz eines weiteren Tropfens war die Reaktion schon schwach alkalisch. Es wurde geprüft, wie sich die Euglenen in neutraler und in mit 1, 2 und 3 Tropfen genannter Kalilauge alkalisch gemachter Knop'scher Nährlösung verhalten würden. Im großen und ganzen sagten diese Nährböden den Organismen nicht zu. In neutraler Lösung gingen sie bald in ein Ruhestadium über, worin Teilungen stattfanden. 12 Tage nach dem Impfen waren nur noch wenige Individuen am Leben. In den alkalisch reagierenden Lösungen war das Verhalten der Euglenen im wesentlichen das gleiche, nur daß mit steigendem Alkaligehalt das Absterben schneller vor sich ging; so waren in den mit 3 Tropfen Alkali versetzten Kulturen nach 3 Tagen keine Euglenen mehr am Leben.

In 1 % Knop'scher Lösung, deren Säure durch wenige Tropfen KOH abgestumpft war, war der Entwicklungsgang ein anderer. Die Lösungen wurden derart hergestellt, daß zu 5 ccm Flüssigkeit je 1, 2, 3 und 4 Tropfen der $\frac{1}{10}$ mol. KOH hinzugesetzt wurden. In der ersten und zweiten Kultur fand bald nach dem Übertragen ein Abrunden der Individuen und lebhaft Teilung statt, bis zum 6. Tage, wo fast alle Euglenen schwärmten. Infolge der lebhaften Teilung traten Zwergindividuen auf, deren Größe geringer war (10—11 μ), als die der kleinsten der Ausgangskultur entstammenden Zellen (17,5 μ). Die Farbe der Euglenen war schön dunkelgrün, nur das Hinterende war auffallend farblos. Die folgenden Tage verliefen ohne Teilung, vielmehr fand ein Heranwachsen der kleinen Individuen statt, bis sie nach 6 Tagen ihre normale Größe erreicht hatten. Von da ab setzte wiederum die eben geschilderte Teilungsperiode ein, obgleich nicht so intensiv wie das erste Mal. Paramylonkörner waren nur in geringer Menge ausgebildet und in der Zellenmitte gruppiert.

In der durch Zusatz von 2 und 3 Tropfen KOH gewonnenen Knop'schen Lösung war die Entwicklung wesentlich ebenso, nur nicht so lebhaft.

Seewasser, dem die vorher beschriebenen Mengen Alkali beigegeben waren, übte auf die Organismen einen ähnlichen Einfluß aus, wie ich es eben für 1 % Knop beschrieben habe.

Weiterhin prüfte ich das Verhalten gegen braunen Fucusdekot, der sich bei der Kultur des *Gymnodinium fucorum* Küster als äußerst günstiges Medium herausgestellt hatte. Jedoch erwies sich brauner Dekot als zu stark, dagegen war ein schwach rötlich gefärbter Extrakt jenes Fucus, mit wenig Alkali

versetzt, ein vorzügliches Kulturmedium. Anfänglich teilten sich hierin die Euglenen in ruhendem, nach 6 Tagen jedoch in beweglichem Zustande. Die lebhaft Teilung ist indessen wohl mehr auf Rechnung des Fucusdekokts als auf die Einwirkung des Alkalis zu setzen.

Auf Mais- und Glukoseagar mit gleichfalls alkalischem Zusatz war die Entwicklung eine sehr kümmerliche, und die Zellen gingen bald in einen pathologischen Zustand über.

Nach den mit Alkali gemachten Erfahrungen scheint es, daß, abgesehen von festen Nährböden, ein geringer Zusatz zunächst die Entwicklung fördert, nach der ersten Teilungsperiode von 6 Tagen, die bei Knop und Seewasser sehr gut zum Ausdruck kam, jedoch die Vermehrung bedeutend nachläßt. Alkali verbunden mit festen Nährböden, wie mit dem an und für sich schwach alkalischen Agar-Agar übte sogar eine entwicklungshindernde Wirkung aus.

G. Einfluß der Konzentration.

1. Flüssige Medien.

Die hier in Frage kommenden Kulturen beziehen sich auf Seewasser, das entweder mit destilliertem Wasser verdünnt oder durch Zugabe von Chlornatrium konzentrierter gemacht worden war.

Die beiden Seewasserlösungen will ich kurz mit $\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$ bezeichnen, d. h. es war das Seewasser mit aq. dest. auf $\frac{1}{2}$ bzw. $\frac{1}{4}$ seiner ursprünglichen Konzentration gebracht.

In reines Seewasser übertragen zehren die Euglenen die darin zu Gebote stehenden Nährsalze auf, speichern reichlich Paramylon, um sich dann zu enzystieren.

In $\frac{S}{2}$ gesetzt, vollführen die Euglenen trotz Herabsetzung des osmotischen Druckes ihre Schwimmbewegungen weiter und zwar eilen die Individuen in den dem Licht ausgesetzten Kulturen dem Lichtrande zu, während die im Dunkeln stehenden sich am Rande des Kulturtropfens gleichmäßig verteilen, was auf Sauerstoffreiz hindeutet. Am Lichte hört die Beweglichkeit früher auf, Teilungen finden in diesem Zustande nicht statt, dagegen ist in Dunkelkulturen bedeutend länger ein Schwärmen zu beobachten, dem dann erst Abrundung und Teilung folgt.

Beim Übertragen in $\frac{S}{4}$ nimmt die Beweglichkeit etwas mehr ab, die Teilung setzt daher schon früher ein.

Selbst die Übertragung der Euglenen in Leitungswasser hatte keine nachhaltigen Wirkungen zur Folge. Die Schwimmbewegung ließ bedeutend nach und unter starken metabolischen Bewegungen rundeten sich die Euglenen ab. Nach zwei Tagen lagen die ersten Teilungen (28%) vor. Erst am 5. Tage hatten die Flagellaten die alte Beweglichkeit wiedererlangt. Die Form der Zelle war etwas verändert; sie erschien größer und mehr zylindrisch, vom Endstachel war nichts zu entdecken. Die Chromatophoren wurden etwas reduziert und nur das terminale Ende schien damit ausgestattet zu sein. Die Pigmentkörnchen des Augenflecks hatten eine hellere Farbe angenommen. Die Teilung war eine sehr träge; nach 4 Wochen waren noch alle Zellen im beweglichen Zustand.

Das unmittelbare Übertragen der Euglenen in Seewasser mit höherem Chlornatriumgehalt wird von ihnen gut vertragen. 1%, 2% und 4% wirkten durchaus ungiftig, erst bei 8% trat sofort Tod ein.

4 Tage nach dem Impfen der ersten Kultur (Seewasser + 1% NaCl) hatten sich alle Euglenen abgekugelt, um nur hin und wieder auszuschwärmen, doch blieben sie im allgemeinen im Ruhestadium.

In Seewasser + 2% NaCl rundeten sich die Euglenen sehr schnell ab und erlangten erst nach 9 Tagen ihre alte Beweglichkeit zurück.

Interessant war das Verhalten in Seewasser + 4% ClNa. Die Bewegungen hörten sofort auf und schon nach 48 Stunden hatten sich alle Euglenen in ihren Gallerthüllen geteilt. Die Teilung war in den ersten Tagen eine sehr lebhaft, so daß ich das Vorkommen von Zwergindividuen feststellen konnte. Auffällig war das Vorhandensein einer großen, oft terminalen, Vakuole in sämtlichen Zellen. Nach 25 Tagen führten die vorhandenen Schwärmer nur noch recht langsame Bewegungen aus.

2. Feste Medien.

Als feste Medien wurde ein 1% Agar-Agar verwendet, der den Euglenen eine größere Beweglichkeit gestattete als der 2%.

Das Umherkriechen auf Seewasser-Agar unterblieb zunächst, erst nachdem nach 48 Stunden die ersten Teilungen stattgefunden hatten, begannen die Tochterindividuen sich auf der gallertigen Unterlage kriechend fortzubewegen. Dann folgten bald wieder neue Teilungen. Schon nach wenigen Tagen begann starkes Schwinden des Chlorophylls bis zur Farblosigkeit.

Auf Agar-Agar mit $\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$ verhielten sich die Euglenen wesentlich ebenso, nur daß die Teilung schon nach 24 Stunden begann.

Auf Leitungswasser-Agar lagen schon nach 24 Stunden die Enkelgenerationen vor. Die Gallerthüllen waren außerordentlich groß ausgebildet, auch fehlte infolge rascher Teilung vielen Individuen der Augenfleck. Nach 3 mal 24 Stunden hatte ich Gelegenheit, auch Gallerthüllen mit 16 Individuen zu beobachten. Schon nach 4 Tagen traten infolge lebhafter Teilung nahezu farblose Euglenen auf, die nur 1 oder 2 Chromatophoren zu haben schienen. Es wurde viel Paramylon gespeichert, die Bildung von Karotin war gering. Die außerordentlich großen Gallerthüllen hatten eine Dicke von 13—14 μ , so daß sie den eingeschlossenen Euglenen große Beweglichkeit einräumten.

Auf Seewasser-Agar mit 1% ClNa Zusatz traten viele interessante Erscheinungen auf. Die Vermehrung begann schon nach 24 Stunden, doch war sie nur recht spärlich, auch begann die Bildung der Degenerationsprodukte schon nach 3 Tagen.

Nach 14 Tagen beobachtete ich einige nahezu farblose Individuen, die unter den seltsamsten metabolischen Formveränderungen über die Agarfläche ziemlich schnell hinwegkrochen, teilweise sogar mit dem Hinterende voran. Das vorankriechende Ende war außerordentlich schmal, meist 2—3 μ breit, dagegen erreichte die Länge ein sehr hohes Maß (75 μ). Der nachschleifende Teil der Zelle war meist sehr flach und breit, doch konnte auch er ganz schmal ausgezogen werden, wenn die Euglene z. B. gezwungen war, zwischen zwei dicht nebeneinanderliegenden Hindernissen hindurchzuschlüpfen. Die größten auf diesem Nährboden vorgefundenen Zellen hatten einen Durchmesser von durchschnittlich 47,5 μ , die kleinsten einen solchen von 19 μ .

Eine weitere Eigentümlichkeit ließ sich auf einer Agarplatte gleicher Zusammensetzung beobachten, auf der eine äußerst schmale, nur ca. 1 μ breite Oscillarie neben der Euglene wuchs. Durch die große Beweglichkeit der Cyanophyceen kam es wiederholt zu Ring- oder Nesterbildungen, indem sich der Faden spiralfederartig einrollte. So kam es denn, daß einige Euglenen auf diese Weise eingekreist wurden, was ich sehr schön beobachten konnte, wie die Oscillarie ihre Schlingen immer enger zog. Nach vollzogener Einkreisung rotierte entweder das ringförmige Fadengewirr um die festliegende Euglene, oder letztere war gezwungen, diesen Rotationsbewegungen zu folgen. In einem Falle habe ich genauere Messungen vorgenommen. Die Länge der Euglene inkl. des Fadenskomplexes betrug 42,5 μ , die der Euglene allein 22,5 μ , die Breite mit Oscillarien 35 μ , ohne Oscillarien 20 μ . Die durchschnittlich 8—9 μ breite Zusammenlagerung der Fäden rotierte in 2 Minuten 40 Sekunden einmal um die festliegende Euglene (vgl. Fig. 4). Derartige Fälle habe ich 9- oder 10mal beobachten können.

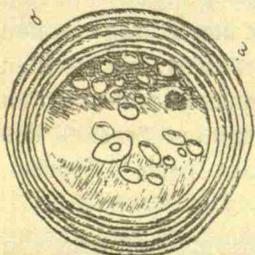


Fig. 4.

Eine von Oscillariafäden eng umschlossene Euglene. Diese liegt fest, während die Blaualgenfäden um sie in 2 Min. 40 Sek. einmal rotieren. Vergr. 1000.
o = Oscillariafäden,
a = Augenfleck.

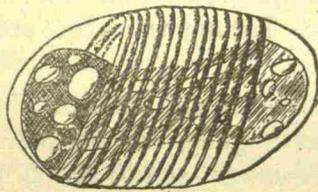


Fig. 5.

Eine in eine Gallerthülle eingedrungene Oscillarie (o), die Flagellate sanduhrförmig einschnürend. Vergr. 1000.

Eine andere, nicht minder interessante Einwirkung einer Oscillarie auf eine Euglene zeigte sich auf dem gleichen Kulturboden. Hier war offenbar eine Oscillarie in eine Gallerthülle eingedrungen, in der eine Euglene lag. Durch Wachstum hatte sie sich derart den zur Verfügung stehenden Raum zunutze gemacht, daß sie den Flagellatenkörper in engen Windungen umspann und sanduhrförmig einschnürte (vgl. Fig. 5).

Das Wachstum auf Seewasser-Agar mit 2% ClNa-Gehalt war recht kümmerlich. Die ersten Teilungen traten erst nach drei Tagen ein. Die jungen Individuen wuchsen äußerst langsam heran und blieben meist in ihren Gallerthüllen.

Auf Seewasser-Agar mit 4% ClNa starben die Euglenen schon nach 24 Stunden ab.

Der Einfluß der Konzentration war somit in flüssigen Medien ein anderer als auf festen, was besonders bei der letzten Konzentration (Seewasser 4% ClNa) zutage trat; während die Euglenen im flüssigen Medium sich immerhin noch gut entwickelten, fielen sie auf Agar-Agar sofort dem Tode anheim. Im übrigen begannen in flüssigen Medien die Teilungen früher als auf festen, nahmen aber auf diesen mit fallender Konzentration sehr schnell zu, was recht schön beim Leitungswasser-Agar deutlich wurde, wo schon nach 12 Stunden die ersten Teilungen vorlagen.

H. Einfluß organischer Nahrung.

Daß Flagellaten, auch diejenigen, welche assimilationsfähige Chromatophoren besitzen, organische Nahrung keineswegs verschmähen, sondern vielmehr auf Nährmedien, welche Kohlenstoffverbindungen oder sogar organische Stickstoffverbindungen enthalten, gut gedeihen, geht aus den oben zitierten Arbeiten der bereits genannten Autoren hervor. Insbesondere die Untersuchungen Zumstein's, welcher *Euglena gracilis* auf zuckerhaltigen Lösungen farblos werden sah, veranlaßten mich, auch *Euglena baltica* auf organischen Nährböden systematisch zu züchten. *E. baltica* wird insofern nicht so leicht farblos wie *E. gracilis*, als auch in zuckerreichen Medien neben farblosen und chlorophyllarmen Individuen immer noch zahlreiche chlorophyllreiche beobachtet werden können. Andererseits ist bemerkenswert, daß auch Ernährung mit Agar-Agar bzw. die von ihm sich ableitenden hydrolytischen Spaltungsprodukte ausreichen, um mehr oder weniger zahlreiche Euglenenzellen chlorophyllarm werden zu lassen. Normal gebaute, bewegliche, paramylonreiche Euglenenzellen, die nur 2 oder 3 Chlorophyllscheibchen enthielten oder noch chlorophyllärmer waren, beobachtete ich auf Seewasser-Agar, Mais-Agar, Glukose-Agar usw. Wie gesagt, lagen meinen Untersuchungen leider keine Reinkulturen, sondern bakterienhaltige zugrunde. Es wäre sehr wohl vorstellbar, daß die Bakterien den Agar im Sinne einer hydrolytischen Spaltung verändert haben und dadurch zum Anlaß für die Chlorophyllreduktion in den Euglenenzellen geworden sind.

1. Kultur in Trauben- und Rohrzucker.

Die angewandten Lösungen wurden sämtlich mit Seewasser hergestellt und sagten den Euglenen sehr zu. Als stärkste Konzentration verwandte ich 10% Glukose. Schon nach 11 Tagen traten sowohl in Dunkel- wie Lichtkulturen die ersten wenigen farblosen Euglenen auf. Neben den völlig farblosen waren stets zahlreiche Übergänge zu den normal gefärbten Flagellaten vorhanden. Immerhin unterscheiden sich meine Befunde von denen Zumstein's. Zwar war das Verhalten in Dunkelkulturen nahezu das gleiche wie es Zumstein beschrieb, etwas anders jedoch am Licht. Bei *E. gracilis* traten nach Übertragen aus erschöpften Nährlösungen in neue organische, in den ersten Tagen farblose Individuen auf, die sich jedoch nach Gewöhnung an die Konzentration wieder grün färbten. Bei *E. baltica* dagegen beförderte das Übertragen in reiche organische Nährlösung (10% Glukose) und außerdem Erhöhung der Temperatur (25° C.) am Lichte das Farbloswerden; die Euglenen erhielten auch nach langer Zeit nicht die ursprüngliche grüne Farbe wieder.

Die Beobachtungen Zumstein's, daß sich in Dunkelkulturen zahlreiche rote Degenerationsprodukte des Chlorophylls anhäufen, kann ich für die *E. baltica*, obgleich sie an und für sich stark zu degenerieren geneigt ist, nicht bestätigen, wohl aber, daß im Dunkeln keine Neubildung des Pigments stattfindet.

In 5% Glukose-Kulturen konnte ich keine farblosen Formen beobachten.

Am lebhaftesten war die Vermehrung in 1% Glukose-Lösungen. Kulturen auf mit derartiger Lösung getränkten Gipsplatten lieferten Euglenen von normalem Habitus; ihre durchschnittliche Größe betrug 34,5 μ .

Selbst in Rohrzuckerlösung (Präparat von Merck) war eine schwache Entwicklung festzustellen. Die Euglenen führten in 5% Lösung nur hin und wieder träge Bewegungen aus, sich gleichzeitig dabei dem Lichte nähernd. Eine so starke Reduktion der Chromatophoren wie bei Glukose war nicht zu finden. Schon nach wenigen Wochen traten zahlreiche Degenerationserscheinungen auf.

In 1% Rohruckerlösung war das Wachstum ein lebhafteres als in der fünfprozentigen, so daß es mir möglich war, die schon früher beschriebenen Zwergindividuen zu beobachten. Auffallend war wieder die ausgeprägte Phototaxis. Am Hinterende trat eine Vakuole auf, das Paramylon wurde infolgedessen mehr nach vorn gelagert. Überhaupt hatte die sonst spindelförmige Gestalt der Zelle eine mehr zylindrische Form angenommen. Der Augenfleck erschien wieder sehr blaß, ebenso waren die Chlorophyllträger stark reduziert.

Auf Agar-Agar, der mit Glukose versetzt war, ging das Farbloswerden sehr schnell vor sich. Namentlich auf 10% Glukoseagar trat schon nach 2 Tagen starke Reduktion des Chlorophylls ein. Genauer studiert wurde das Verhalten auf 1% Traubenzuckeragar. Die Gallertbildung war nur gering. Die zwei Individuen enthaltenden kugelartigen Hüllen maßen durchschnittlich 29μ im Durchmesser, die Größe der 4 Euglenen enthaltenden Cysten betrug 40μ . Solange 4 Individuen in einer Cystenhaut lagen, war letztere deutlich zu erkennen. Um 8 Individuen wurde nie eine beobachtet, wohl aber in einigen Fällen um 6, wo also die Teilung unregelmäßig vor sich gegangen war. Sobald die Individuen ausgeschlüpft waren, war die Cystenhaut verschwunden. Die ausschwärmenden Euglenen wuchsen sehr schnell zu normaler Größe heran und reduzierten schnell ihre Chromatophoren. Schon nach 6 Tagen lagen die ersten völlig farblosen Individuen vor. Eine unvollkommene Zweiteilung eines solchen Individuums habe ich einmal beobachtet. Gleichzeitig machte sich in den noch schwach grün gefärbten Zellen Carotinausscheidung bemerkbar.

2. Pepton.

In Pepton und Glukose, der Pepton beigegeben war, war die Entwicklung bedeutend lebhafter als in reiner Glukose.

3. Kulturböden von nicht näher bekannter Zusammensetzung.

Fucusdekot.

Sehr geeignet zur Kultur war eine äußerst schwache Aufkochung von Fucus, welche nur rötlich gefärbt war. Die Vermehrung war eine sehr lebhaft, die Farbe prächtig grün, auch der Augenfleck war schon ausgebildet, fast rund. Die Form der Zellen wurde mehr und mehr zylindrisch. Die Individuen, welche ich hier beobachten konnte, hatten meist Maximalgröße: Länge 50μ , Breite $11,5 \mu$. Gipsplättchen, die mit diesem Fucusdekot getränkt waren, waren ein guter Nährboden und lieferten schöne Teilungsstadien im beweglichen Zustand. Die Verteilung der Chromatophoren war äußerst regellos, meist erweckte es den Eindruck, als hätten die Euglenen nur 2 größere Chlorophyllträger. — Erbs- und Maisdekot erwiesen sich gleichfalls als sehr gute Nährmedien.

Von der Kultur auf Agarplatten ohne jeden Zusatz ist schon unter dem Kapitel „Konzentration“ gesprochen. Immerhin ist auf ihnen das Wachstum in den meisten Fällen erheblich geringer als in Flüssigkeiten, was sich aus der Fixierung der Organismen hinreichend erklärt.

Ich habe außer braunem Fucus-Agar, der sich nicht als günstig erwies, noch das Verhalten auf Mais- und Stärke-Agar verfolgt.

Mais-Agar wurde in der Weise hergestellt, daß vor der Sterilisation in jede mit Agar beschickte Petrischale ein Maiskorn gelegt wurde. Während der Sterilisation diffundierten offenbar reichlich Nährstoffe aus dem Maiskorn in den umgebenden Agar. Den Stärkeagar bereitete ich durch Verkleisterung einer Messerspitze Amylum in derjenigen Quantität von Agar, die zur Füllung einer Petrischale erforderlich war.

Auf beiden Nährmedien wuchsen die Euglenen fast gleich gut und füllten sich mit reichlichen Mengen Paramylon. Die durchschnittliche Größe der Körner war $4,4 \mu$. Die kleinsten Individuen maßen nach 4 Tagen $12,5 \mu$, die größten $27,5 \mu$; die Durchschnittsgröße war somit 20μ .

J. Teilung und Teilungsgeschwindigkeit.

Was zunächst die Teilung im allgemeinen angeht, so ist Zumstein für *E. gracilis* zu dem Resultat gelangt, „daß nur dann die ganze Teilung in Ruhe innerhalb einer Schleimhülle vollzogen wird,

wenn das Substrat genügend konsistent ist. Sowie die Unterlage ein Umherkriechen oder gar eine Schwimmbewegung gestattet, teilt sich die Euglene im beweglichen Zustand“.

Für *E. baltica* treffen diese Befunde ohne weiteres nicht zu, vielmehr habe ich beobachten können, daß die Teilung im ruhenden oder beweglichen Zustande in erster Linie von der Konzentration des Nährmediums abhängt.

In Seewasserkulturen teilten sich die Euglenen im beweglichen Zustand; in Seewasser + 1% Cl Na ebenfalls; in Seewasser + 2% Cl Na teils im beweglichen, teils im ruhenden Zustand, bei noch höheren Konzentrationen (Seewasser + 4% Cl Na) ausschließlich im ruhenden Zustand. Ähnliche Resultate ergaben die Kulturversuche in organischen Nährlösungen: in Seewasser + 5% Glukose wurden Teilungen im beweglichen Zustand beobachtet, in Seewasser, dem 5% Glukose und 2% Cl Na zugesetzt waren, wurden keine beweglichen Teilungen mehr gesehen.

Im Originalwasser teilt sich *E. baltica* durchschnittlich alle 2mal 24 Stunden einmal. Die Resultate in flüssigen Medien wurden derart gewonnen, daß Tropfenkulturen mit nur wenigen Euglenen in feuchter Kammer täglich beobachtet und gezählt wurden. Doch sind die Untersuchungen durchaus nicht erschöpfend, da ich nicht alle Flüssigkeiten nach der Richtung hin geprüft habe. Leichter war die Beobachtung auf Agar. Im folgenden möchte ich kurz einige Angaben über die Teilungsgeschwindigkeit der *E. baltica* in Form von Tabelle II geben.

Tabelle II.

Flüssige Medien	Beginn der Teilung nach	Feste Medien Agar-Agar	Beginn der Teilung nach
Originalwasser	2×24 Stunden	Seewasser	2×24 Stunden
$\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$	2×24 „	$\frac{S}{2}$ und $\frac{S}{4}$	24 „
Leitungswasser	2×24 „	Leitungswasser	12 „
Seewasser + 1% Cl Na	2×24 „	Seewasser + 1% Cl Na	24 „
„ + 2% „	2×24 „	„ + 2% „	3×24 „
„ + 4% „	2×24 „	Mais	2×24 „
0,5% Knop	24 „	Glukose	2×24 „
1% „	24 „		
2% „	2×24 „		
4% „	3×24 „		
Seewasser + 1% Glukose	24 „		
„ + 5% „	3×24 „		
„ + 10% „	4×24 „		

Vergleicht man *E. baltica* hinsichtlich der kürzesten von mir beobachteten Generationsdauer mit anderen einzelligen Organismen, so ergibt sich folgende Reihenfolge:

1. Weinhefe 2 Stunden, cf. Kohl¹⁴).
2. *Nitschia putrida* 5 Stunden, cf. Richter¹⁵).
3. *Euglena baltica* 12 Stunden.
4. *Gymnodinium* 24 Stunden, cf. Küster¹⁶).
5. *Closterium u. Cosmarium* 48 Stunden, cf. Andreesen¹⁷).

¹⁴) Kohl: Die Hefepilze. Leipzig 1908, p. 202.

¹⁵) Richter, Oswald: Zur Physiologie d. Diatomeen. Zweite Mitteilung. Denkschrift d. kaiserl. Akademie d. Wissenschaften, Wien 1909, Band 84, pag. 711.

¹⁶) Küster, E.: a. a. O.

¹⁷) Andreesen, Alfred: Beiträge zur Kenntnis der Physiologie der Desmidiaceen. Flora, 99. Band, 4. Heft 1909.

K. Degenerationserscheinungen.

Nachdem ich bereits früher vom Abblässen der Euglenen und der Verkleinerung ihrer Chloroplasten gesprochen habe, ein Phänomen, das ich vielleicht als Degenerationserscheinung ansprechen kann, wäre wohl an dieser Stelle nur noch des Auftretens roter Tröpfchen oder Körnchen Erwähnung zu tun. Sie sind schon häufig beobachtet und hauptsächlich von Klebs¹⁸⁾ in mit Chytridien infizierten Euglenen gefunden worden. Bei oberflächlicher Betrachtung glaubt man es mit Individuen zu tun zu haben, welche im Besitze mehrerer Augenflecke sind (s. o.). Doch die genauere Untersuchung zeigt, daß die Substanz des Augenflecks und die der Körnchen nicht identisch ist. Die Körnchen haben eine mehr stumpfe, braunrote Farbe gegenüber dem leuchtenden Hell- oder Dunkelrot des Augenflecks. Wodurch wird das Auftreten dieser Körner veranlaßt? Sicher beruht die Erscheinung auf einer Zersetzung des Chlorophylls bei unzureichender Nahrung, denn stets ist mit der Bildung der Körnchen eine Verkleinerung der Chromatophoren verbunden.

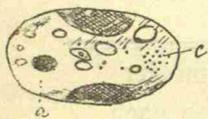
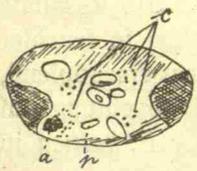


Fig. 6.

Euglenen mit stark reduzierten Chromatophoren und Karotinansammlungen (c), a = Augenfleck, p = Paramylon.
Vergr. 600.

Auffällig ist, daß die Bildung in den weitaus meisten Fällen in den dem Pigmentfleck zunächstliegenden Chromatophoren beginnt, doch habe ich Fälle beobachtet, wo die Degeneration am entgegengesetzten Ende der Zelle einsetzte (vgl. Fig. 6).

Die Zersetzung begann auf festen Medien eher als in flüssigen. Nur solche Euglenen, die sich hatten bewegen und nährstoffreichere Stellen aufsuchen können, neigten nur unter gewissen Umständen zur Degeneration. Sie wurde in flüssigen Medien, die der Euglene zusagten, nicht beobachtet, dagegen in solchen, wo sie sich nur spärlich vermehrten. Am schnellsten trat die Erscheinung auf Agar-Agar zutage, wo die Euglenen erstens in ihrer Beweglichkeit sehr gehindert und außerdem eng aneinandergelagert waren. Unter diesen Umständen trat allmählich die Degeneration des Chlorophylls ein, indem sich kleine rote Tröpfchen bildeten und so gruppierten, daß man an ihrer Lage den Umriß des früheren Chromatophors erkennen konnte (vgl. Fig. 6). Die Anordnung der roten Carotinröpfchen entsprach ungefähr dem von Schimper¹⁹⁾ für *Hartwegia* angegebenen Bilde.

Worauf die am Vorderende der Zelle beginnenden Degenerationserscheinungen beruhen, darüber können erst umfassendere Untersuchungen Aufschluß geben.

Mit Chytridien infizierte Exemplare, wie sie Klebs gesehen hat, habe ich nicht gefunden. Bei dem von Klebs²⁰⁾ beobachteten „roten Öl“ in schlecht ernährten Flagellatenzellen handelt es sich vielleicht um ein mit dem von mir beobachteten Körnchen identisches Degenerationsprodukt.

II. *Cryptoglena americana* Davis²¹⁾.

(*Cyanomonas americana* Oltmanns²²⁾).

A. Mitteilungen früherer Autoren.

Einige blaugrüne Flagellaten sind schon seit langer Zeit bekannt. Schon Ehrenberg²³⁾ veröffentlichte 1838 einige Spezies unter dem Genus *Cryptomonas* und *Cryptoglena*. Letztere hatte gegenüber der vorletzten den Besitz eines Pigmentflecks voraus, weswegen Davis seine Form hierher rechnet. Unter *Cryptomonas* faßte Perty²⁴⁾ alle blaugrünen und grasgrünen Formen Ehrenbergs zusammen.

¹⁸⁾ Klebs, a. a. O.

¹⁹⁾ Schimper, A. F. W.: Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrbuch für wiss. Botanik, Bd. 16, 1885, Tafel III, Fig. 20.

²⁰⁾ Klebs, a. a. O.

²¹⁾ Davis: A blue-green motile cell. Botanical Gazette, vol. XIX, 1894.

²²⁾ Oltmanns: Morphologie und Biologie der Algen. Band 1, pag. 30.

²³⁾ Ehrenberg: Die Infusionstiere als vollkommene Organismen. 1838.

²⁴⁾ Perty: Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. 1852.

Stein²⁵⁾ beschrieb 1878 einen *Cryptomonas ovata* Ehrenberg, der jedoch nicht mit der von Ehrenberg beschriebenen gleichnamigen Form identisch ist. Letztere hat nur eine Geißel und ist grasgrün, während die Stein'sche Form blaugrün ist und 2 Cilien trägt.

Cienkowsky²⁶⁾ und Dangeard²⁷⁾ haben gleichfalls *Cryptomonas ovata* beschrieben, welche mit Steins Form identisch ist. Später beschrieb Dangeard eine neue blaugrüne Flagellate, *Cryptomonas cyana*, ebenso eine marine Form, *Cryptomonas marina*, doch sind die Beschreibungen zu kurz, um ein klares Bild von den morphologischen Verhältnissen zu geben.

Die von Hansgirg²⁸⁾ als *Chroomonas Nordstedtii* beschriebene Form gleicht in den Maßen der *Cryptoglana americana* sehr, jedoch fehlen ihr die Pigmentflecke, dagegen besitzt sie Pyrenoide.

B. Resultate eigener Untersuchungen.

Es schien nicht unangebracht, die von Davis in Salzsümpfen und von mir im Meerwasser gefundene *Cryptoglana americana* ernährungsphysiologisch mit der im ersten Teile behandelten *Euglena baltica* zu vergleichen, gleichzeitig aber auch Versuche anzustellen, ob die vorliegende Form zu den oligonitrophilen Organismen Beyerinck's²⁹⁾ zu rechnen sei. Beyerinck, der sich eingehend mit der Kultur von Blaualgen beschäftigt hat, bezeichnet Nostocaceen und Chroococcaceen als oligonitrophil, d. h. sie erreichen nach Beyerinck ihr optimales Wachstum dann, wenn im Nährboden nur äußerst geringe Mengen Stickstoff enthalten sind. Ich versuchte zu ermitteln, ob die in *Cryptoglana americana* mir vorliegenden blaugrünen Flagellaten gebundenen Stickstoff verschmähten und stellte zu diesem Zwecke Kulturen mit verschiedenen N-Verbindungen an (Nitrate, Ammoniumsulfat, Amidokörper, Pepton).

a) Morphologisches.

Die morphologischen Verhältnisse von *Cryptoglana americana* hat Davis bereits in seiner zitierten Schrift erörtert. Ich kann seine Angaben nur bestätigen und habe ihnen nichts Wesentliches hinzuzufügen.

b) Verhalten gegen Säure und Alkali.

Die *Cryptoglana americana* ist sowohl gegen Säure wie Alkali sehr empfindlich. Die Konzentrationen von 0,1%—0,0125% Zitronensäure wirkten sehr schnell giftig, wenigstens in anorganischen Nährlösungen. Wurde den Flagellaten aber organisches Nährmaterial geboten, so zeigten sie sich gegen Säure widerstandsfähiger. Ich werde in einem späteren Kapitel darauf zurückzukommen haben.

Selbst den geringen Alkalizusatz eines Tropfens einer $\frac{1}{10}$ mol. KOH zu 5 ccm Seewasser konnten die Organismen nicht lange vertragen, während der Zusatz von mehr Tropfen sofort tötete. Auf deutlich alkalisch reagierendem Agar starben gleichfalls einige Individuen ab, die übrigen vermehrten sich nur spärlich.

c) Einfluß der Konzentration.

α) Flüssige Medien.

In Seewasser und $\frac{S}{2}$ ging die Vermehrung langsam vor sich, dagegen in $\frac{S}{4}$ und Leitungswasser ganz außerordentlich schnell. Alle Zellen hatten den Lichtrand aufgesucht und sich hier geteilt.

In Seewasser mit 1% Cl Na war das Wachstum ein nur geringes, das mit steigendem Cl Na-Gehalt immer mehr abnahm, doch erfolgte ein Absterben bei 8% noch nicht. Selbst in 16%iger Lösung blieben anfänglich zahlreiche Individuen am Leben, doch habe ich keine Vermehrung festgestellt.

β) Feste Medien.

Auf mit Seewasser bereitetem Agar war das Wachstum ein langsames, aber gutes. Die Zellen waren normal ausgebildet, bewegten sich jedoch nicht, sondern bildeten schöne, blaugrüne Häufchen. Auf mit

²⁵⁾ Stein: Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., I. Hälfte, 1878.

²⁶⁾ Cienkowsky: Über Palmellaceen und einige Flagellaten. Archiv f. mikroskop. Anat. 6, 1870.

²⁷⁾ Dangeard: Contribution à l'étude des organismes inférieurs. Le Botaniste II, 1890.

Note sur un Crypt. marin. Le Botaniste III, 1892.

²⁸⁾ Hansgirg: Bot. Zentralblatt 23/24, 1885.

²⁹⁾ Beyerinck: Über oligonitrophile Mikroben. Zbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. VII, 1901.

$\frac{S}{2}$ angesetztem Agar war die Vermehrung eine lebhaftere, nahm jedoch wieder ab auf mit $\frac{S}{4}$ und Leitungswasser bereitetem Agar.

Die Konzentration von 1% Cl Na wurde gut vertragen, ebenso 2%, doch ließen die Teilungen sehr nach. Bei 4% und 8% starben schon viele, bei 16% Cl Na alle Flagellaten ab.

d) Einfluß der Stickstoffnahrung.

(1. Feste Medien.)

a) NaNO_3 .

Auf Agar, der 0,5% NaNO_3 enthielt, trat die Vermehrung schon nach 24 Stunden ein; sie war anfänglich reichlich, wenigstens an den folgenden 4—5 Tagen. Da die Organismen sich auf dem Agar nicht bewegten, trat lokaler Nahrungsmangel ein. Ähnlich war das Verhalten auf Agar mit 0,2% und 0,1% NaNO_3 . Ihr optimales Wachstum erreichten die Organismen auf Nährböden mit 0,05% des Nitrats. Bei 0,5%, 0,2%, 0,1% trat erst nach 2 Tagen Teilung, bei 0,05% diese schon nach 24 Stunden ein. Der Beginn der Vermehrung wurde somit durch steigende Konzentration verzögert.

β) KNO_3 .

Besser als NaNO_3 sagte den Organismen KNO_3 zu. Das Wachstum war hier am besten im Vergleich zu den beiden anderen angewandten anorganischen Stickstoffverbindungen, dem NaNO_3 und $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Die Organismen zeigten in den angewandten Konzentrationen von 0,5%—0,063% ohne Unterschied ein vorzügliches Wachstum; ein Unterschied war nur im Beginn der Teilung wahrzunehmen. Bei 0,5% begann diese nach 48 Stunden, bei den nächst niederen Konzentrationen nach 24 Stunden.

γ) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Kalziumnitrat endlich wirkte bei 0,5% und 0,25% auf einige Individuen tödend, doch begannen die überlebenden sich schon nach 48 Stunden zu teilen. Bei 0,125% und 0,063% blieben alle Flagellaten am Leben. Im ersteren Falle begann die Teilung nach 2 Tagen, im zweiten Falle nach 24 Stunden. Immerhin ist das Wachstum in den genannten vier Konzentrationen als ein relativ gutes zu bezeichnen. Es war besser als auf gewöhnlichem Agar ohne jeglichen Zusatz.

Am geeignetsten von den drei Nitraten erwies sich somit KNO_3 , an zweite Stelle tritt NaNO_3 und an die letzte Kalziumnitrat.

δ) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Was das Ammoniumsulfat betrifft, so wirkten 0,5% für alle Zellen giftig, selbst bei 0,2% blieben nicht alle Organismen am Leben, doch war der Bruchteil der abgestorbenen nur gering. 0,1% und 0,05% erwiesen sich als völlig ungiftig. Das Optimum des Wachstums lag für $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bei 0,05%, die beiden anderen Konzentrationen ließen die Organismen sich nur spärlich entwickeln.

ε) Amidokörper und Pepton.

Wirksamer als die anorganischen Stickstoffquellen sind die Amidokörper und Pepton. — Sehr gut gediehen die Flagellaten auf 0,5%igem Asparagin-Agar, auf dem ich einige besonders große Zellen (20 μ) messen konnte. Durchaus gleichwertig mit Asparagin-Agar war 0,5%iger Pepton-Agar, wo die Teilung schon nach 12 Stunden begann. — 0,5%iger Pepton-Agar + 0,01% acid. citr. war nicht so günstig wie die gleiche Kombination in flüssiger Form. Es liegt offenbar an der Fixierung der Zellen auf dem Agar.

(2. Flüssige Medien.)

Am besten von allen Medien bewährte sich 0,5% Pepton. Hierin gediehen die Organismen vortrefflich und bildeten prächtig blaugrün gefärbte Kolonien. Sehr bald traten sogar recht kleine Individuen (3—5 μ) auf. Ein Zusatz von 0,01% acid. citr. zu vorstehender Kombination hatte keinen besonderen Einfluß.

e) Einfluß der Kohlenstoffnahrung.

Auf ihren Nährwert geprüft wurden: Trauben- und Rohrzucker. In diesen Medien trat ein deutlicher Unterschied in der Entwicklung hervor. — In 1%iger Glukose war die Entwicklung eine sehr üppige,

auch in 5%iger Traubenzuckerlösung war sie noch recht gut, doch ging sie bedeutend langsamer vor sich. In 10%iger Glukose jedoch starben die Individuen sehr schnell ab. Auf 1%igem Glukose-Agar, der mit Leitungswasser bereitet war, blieben trotz des bedeutend verminderten osmotischen Druckes sämtliche Individuen am Leben und entfalteten bald ein außerordentlich üppiges Wachstum. Noch besser als reine Glukoselösung erwies sich diese mit Zusatz von 0,5% Pepton, wo sehr schöne, blaugrün gefärbte Flagellaten auftraten.

In Rohrzuckerlösungen dagegen war das Wachstum nur gering, kaum besser als in gewöhnlichem Seewasser.

Ferner stellten sich als ungemein günstige Medien Erbs- und Fucusdekotk heraus. Beide Medien wurden sogar mit schwacher 0,01%iger Zitronensäure gut vertragen. Die giftige Säurewirkung wurde durch genannte Dekokte völlig aufgehoben, auch beeinflusste sie die Wachstumsgeschwindigkeit in keiner Weise. — Vorzüglich war auch folgende Kombination: Fucusdekotk + 1% Glukose + 0,01% acid. citr., in der schon nach 12 Stunden lebhafte Teilung begann.

Überhaupt vollzog sich die Teilung der *Cryptoglana* in fast allen Fällen nach 24 Stunden. Am Tage nach der Aussaat konnte ich regelmäßig auf die doppelte Anzahl der Individuen rechnen, doch nahm die Teilungsfähigkeit mit dem Alter der Kultur ab.

Aus alledem geht hervor, daß die blaugrüne Flagellate keineswegs oligonitrophil ist, da sie sehr wohl gebundenen Stickstoff und insbesondere organisch gebundenen zu verwerten vermag.

Vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Kiel im Sommersemester 1908 begonnen und im Sommersemester 1909 beendet.

Herrn Geheimrat Professor Dr. Reinke bin ich für die liebenswürdige Unterstützung und Anregungen bei dem Werden meiner Arbeit zu lebhaftem Danke verpflichtet. Ebenso möchte ich nicht verfehlen, Herrn Professor Dr. W. Benecke und Herrn Professor Dr. E. Küster sowie Herrn Dr. Lehmann für ihren wertvollen Rat meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.
