

Sitzungsbericht
der
Gesellschaft naturforschender Freunde
zu Berlin

vom 9. Februar 1909.

Vorsitzender: Herr W. DÖNITZ.

Herr ED. REICHENOW sprach über Untersuchungen an *Haematococcus pluvialis* und anderen Flagellaten.

Herr H. STITZ sprach über die systematische Bedeutung des Genitalapparates der Neuropteren.

Herr H. FRIEDENTHAL sprach über eine neue Methode der graphischen Darstellung des Wachstums.

Herr C. BÖRNER-St. Julien sandte einen Aufsatz über die japanische Collembolenfauna.

Untersuchungen an *Haematococcus pluvialis* und einigen anderen Flagellaten¹⁾.

Von EDUARD REICHENOW.

Die Morphologie der lebenden *Haematococcus*-zelle ist kürzlich eingehend von WOLLENWEBER (1908, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 26) beschrieben worden. Einige von denen des genannten Forschers abweichende Ergebnisse, sowie meine Befunde an fixiertem und gefärbtem Materiale werde ich in einer ausführlichen Arbeit, die in den „Arbeiten a. d. Kais. Gesundheitsamte“ erscheinen soll, berichten. Insbesondere werden dort jene eigentümlichen, zuerst von BÜTSCHLI beschriebenen, in Flagellatenzellen und Zellen anderer niederer Organismen vorkommender Einschlüsse, die ARTHUR MEYER (1904, Bot. Zeitg. Bd. 62) als einen Reservestoff ansah und mit dem Namen „Volutin“ belegte, eine eingehendere Besprechung erfahren. Vorausgreifend sei bemerkt, daß meine Beobachtungen mich zu der Anschauung geführt haben, daß es sich

¹⁾ Die Arbeit wurde auf Veranlassung von Herrn Reg.-Rat Prof. Dr. SCHUBERG und unter seiner Leitung im Protozoenlaboratorium des Kais. Gesundheitsamtes ausgeführt.

bei dem Volutin um einen besonderen Ersatzstoff für die Kernsubstanz handelt, der in den Regulationsvorgängen zwischen Plasma und Kern bei der Arbeitsleistung der Zelle eine wichtige Rolle spielt.

Hier will ich nur auf zwei Punkte eingehen: auf die Bedeutung des Hämatochroms und auf den Teilungsvorgang in der Familie der Chlamydomonaden.

1. Das Hämatochrom.

Die bekanntesten hämatochromhaltigen Flagellaten sind der den grünen *Chlamydomonas*arten sehr nahe stehende *Haematococcus pluvialis* und die *Englena sanguinea*.

Von beiden Formen finden wir im Schrifttum Angaben, daß sie unter gewissen, unbekanntem Bedingungen mehr oder weniger ergrünen können. Von *Haematococcus* hat z. B. WOLLENWEBER (a. a. O.) in KNOOPSEHER Nährlösung rein grüne Formen gezüchtet.

Die leichte Züchtbarkeit des *Haematococcus* in sehr einfach zusammengesetzten Nährlösungen ermöglicht es, der Frage, welche Bedingungen das Auftreten des Hämatochroms bewirken, experimentell näherzutreten. In einer von MOLISCH zur Züchtung von Algen angegebenen Lösung (je 0,2 g KNO_3 , K_2HPO_4 , MgSO_4 und CaSO_4 auf 11 Wasser) habe ich den Flagellaten bereits länger als ein halbes Jahr weitergezüchtet. In dieser Lösung ergrünen *Haematococcus*schwärmer, die von ganz rotem Ausgangsmaterial stammen, in wenig über einer Woche vollständig.

Setzt man nun Kulturen in der Weise an, daß man je eines der oben genannten Salze ausschaltet, so ergibt sich, daß das Fehlen des Dikaliumphosphates ein völliges Ergrünen der *Haematococcus*zelle verhindert. Weit stärker wirkt jedoch noch das Fehlen des Kalisalpeters. Die Schwärmer erhalten nur vorübergehend einen grünen Hof und werden bald wieder fast völlig rot. Um zu erfahren, ob der Salpeter als solcher oder eines seiner Elemente die Wirkung ausübt, ersetzte ich das KNO_3 durch NaNO_3 und schließlich durch $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ und durch Eiweiß. Die Wirkung blieb stets die gleiche: und so erwies es sich, daß es allein der Stickstoff ist, der, gleichviel in welcher Form gebunden, durch sein Vorhandensein einen Schwund des Hämatochroms bei *Haematococcus* bewirkt. Eine gleiche Wirkung, aber in

geringerem Grade, übt das Vorhandensein des Phosphors aus¹⁾).

Diese Einflüsse erklären es, daß der Flagellat auch in organischen Flüssigkeiten, beispielsweise in Erbsenwasser, völlig ergrünt.

Haematococcus ist also in stickstoffreichen Medien grün, in stickstofffreien oder sehr stickstoffarmen Medien rot.

Um die Allgemeingültigkeit dieser Beobachtung zu prüfen, habe ich das Verhalten des roten Farbstoffes bei einer roten Euglene, die mit *Euglena sanguinea* nicht übereinstimmt, deren ausführliche Beschreibung ich jedoch an anderer Stelle geben werde, geprüft. Es ergab sich völlige Übereinstimmung. Auch die Euglene verlor, wie *Haematococcus*, bei der Kultur in Erbsenwasser ihr Hämatochrom. Andererseits blieb *Haematococcus*, als ich ihn in dem Wasser züchtete, das die roten Euglenen beherbergte, gleichfalls rot.

Es lag nahe, ähnliche Kulturversuche an solchen Flagellaten anzustellen, die normalerweise eine grüne Farbe besitzen. Da bei zahlreichen Arten der Gattung *Chlamydomonas* die Zygoten Hämatochrom aufspeichern und sogar aus alpinen Regionen eine dauernd rote Art (*Ch. nivalis*) bekannt ist, so versuchte ich, durch Züchtung in einer stickstofffreien Flüssigkeit Schwärmer einer nicht näher bestimmten Art dieser Gattung zur Bildung von Hämatochrom zu veranlassen. Dieser Versuch gelang nicht.

Bessere Ergebnisse erhielt ich mit einer grünen Euglene, *E. gracilis*. Dieser Flagellat gedeiht sehr gut in einer von ZUMSTEIN angegebenen (Pepton, Traubenzucker, Bittersalz, Dikaliumphosphat und Zitronensäure enthaltenden) Nährlösung.

Läßt man aus dieser Lösung das Pepton fort, so erhält man ein stickstoffreies Medium. In diesem vermehrt sich die Euglene sehr schwach, verliert die Geißel, erhält eine kürzere Form und kleinere Chromatophoren und bewegt sich nur wenig, am Boden des Gefäßes kriechend; sie geht jedoch nicht zu Grunde und läßt sich durch Hinzufügung von Pepton leicht wieder in die Ursprungsform zurückzüchten.

Der Boden des Gefäßes, das die geschilderte Form enthält, bekommt allmählich eine gelbbraune Farbe, und die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die einzelnen Zellen zahlreiche kleine orange-farbige Tröpfchen beherbergen. Abbildungen solcher Organismen wird die ausführliche Arbeit enthalten.

¹⁾ Die genauen Tabellen über die nach allen Richtungen abgeänderten Kulturversuche werden in der ausführlichen Arbeit zu finden sein.

Die Erkenntnis der Ursachen, die das Auftreten des Haematochroms bedingen, macht uns die Erscheinungen, die wir in der Natur beobachten, verständlich. Bei seinem Auftreten in frisch gefallenem Regenwasser ist *Haematococcus* rot; tritt in dem entstandenen Tümpel Fäulnis ein, so ergrünt er; ist das Wasser ausgefault, so finden wir darin nur noch die großen, tief roten Palmellen, die nun bei der Verdunstung des Wassers die Art erhalten.

Auch die biologischen Verhältnisse, die wir bei den Vertretern der Gattung *Chlamydomonas* antreffen, werden nun ohne weiteres klar. Die Schwärmer leben stets in einer Flüssigkeit, die faulende Stoffe in großer Menge enthält. Die aus der Kopulation der Gameten entstehenden, zur Erhaltung der Art bestimmten Zygoten müssen aber in dem ausgefaulten Wasser noch gedeihen, bis es völlig ausgetrocknet ist. Dementsprechend finden wir häufig Hämatochrom in ihnen aufgespeichert. Nur eine Art, *Ch. nivalis*, die auf alpinen Schneefeldern in einem naturgemäß stickstoffarmen Medium lebt, ist dauernd rot.

In manchen hochalpinen Seen, den sogenannten Blutseen, die kürzlich durch KLAUSENER (1908, Internat. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. Bd. 1) eine genaue Untersuchung erfahren haben, tritt *Euglena sanguinea* in gewaltigen Massen auf. Wie ich in meiner ausführlichen Arbeit beweisen werde, erklärt sich auch deren Hämatochromgehalt aus dem Stickstoffmangel der in einer an Lebewesen armen Höhe gelegenen Gewässer.

Versuchen wir nun einer Erklärung der besprochenen Erscheinung näher zu treten, so kann man zunächst daran denken, daß das Vorhandensein des Hämatochroms Lichtwirkungen hervorruft, die vielleicht einen Ersatz für den Stickstoffmangel bedingen. Kulturversuche in farbigem Lichte zeigen jedoch, daß das Licht keinen Einfluß auf die vorhandene Menge, sondern nur auf die Verteilung des Hämatochroms besitzt. Blaues Licht verhält sich wie weißes: das Hämatochrom ist zu einem Klumpen im Mittelpunkte der Zelle zusammengedrängt; in rotem Lichte ist der Farbstoff etwas aufgelockert und in grünem noch etwas mehr verteilt. Doch sind die Unterschiede in den Kulturen sehr gering.

Wiederholt ist eine genetische Beziehung des Hämatochroms zu dem Chlorophyll vermutet worden; die Annahme wenigstens einer chemischen Verwandtschaft wird ja durch die Bestimmung des Hämatochroms als ein Carotin (Zopf 1895, Biol. Centralbl. Bd. 15) nahegelegt. Vielleicht wird durch das Fehlen des Stickstoffs die Bildung von Chlorophyll unmöglich gemacht oder erschwert, und

an seiner Stelle entsteht das Carotin. Ob es das Chlorophyll in seiner Arbeitsleistung ersetzen kann, ist sehr fraglich. Zu erwägen wäre auch, ob es die Zelle zur Aufnahme freien Stickstoffs befähigt.

Der Umstand jedenfalls, daß die in stickstoffreicher Umgebung gut gedeihenden Formen das Hämatochrom in so gewaltigen Massen aufspeichern, macht es mir wahrscheinlich, daß wir hierin eine Anpassung zu erblicken haben und daß der rote Farbstoff kein zweckloses Stoffwechselerzeugnis darstellt, sondern dem Träger einen bestimmten Vorteil gewährt.

2. Die Teilung der Chlamydomonadinen.

Der zweite Gegenstand, auf den ich hier noch mit einigen Worten eingehen möchte, ist die Teilung des *Haematococcus* und seiner Verwandten.

Die Kernteilung bei *Haematococcus* ist mitotisch und läßt sich in günstigen Fällen sehr gut im Leben beobachten; die Zahl der Chromosomen beträgt 32. Die genaue Schilderung des Vorganges behalte ich mir vor und will nur noch auf die außerordentliche Geschwindigkeit hinweisen, mit der die Veränderungen an dem sich teilenden Kerne vor sich gehen. Die Bildung der Spindel, der Zentralplatte, der Tochterplatten — kurz, der ganze Vorgang von der Auflösung des Mutterkerns bis zur Bildung der Tochterkerne beansprucht nicht mehr als 15 Minuten.

Uns kommt es hier hauptsächlich auf die Teilung des ganzen Zelleibes an. Mit Ausnahme des letzten Untersuchers, WOLLENWEBERS (a. a. O.), der jedoch den Teilungsvorgang auch nicht genauer schildert, haben die bisherigen Beobachter die Teilungsweise des *Haematococcus* als Querteilung angegeben. Tatsächlich zeigt die Beobachtung an der lebenden Zelle, sofern sie nur von Beginn der Teilung an vorgenommen wird, daß eine Längsteilung vorliegt.

Die Hülle von der *Haematococcus* und die übrigen Chlamydomonadinen umgeben sind, ist starr und gibt einer Formveränderung der Zelle nicht nach. Wenn nun die Durchschnürung beginnt und damit der Querdurchmesser der Zelle wächst, erleidet diese ganz mechanisch in der ovalen Hülle eine Drehung. (Fig. 1 a—d). Ist die Durchschnürung beendet, so liegen die beiden Tochterzellen hintereinander in der Hülle. (Fig. 1 e). Da die Teilung des Nachts erfolgt, so findet man dieses Bild in den frühen Morgenstunden, und das war die Ursache, an eine Querteilung des *Haematococcus* zu glauben.

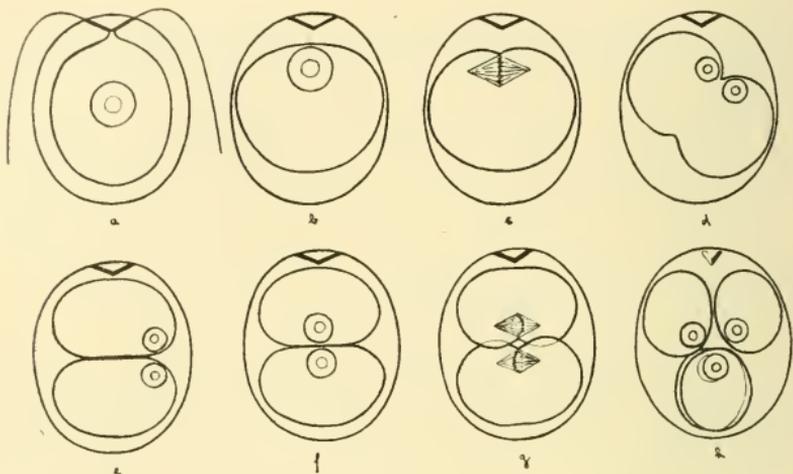


Fig. 1.

Einen ganz gleichen Vorgang hat GOROSCHANKIN (1890, Bull. de la soc. Imp. des Naturalistes de Moscou Bd. 4) bei *Chlamydomonas Braunii* und DILL (1895, Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 28) bei *Ch. longistigma* beschrieben.

Auf die erste Teilung folgt gewöhnlich noch eine zweite. Da hierbei die Ausdehnung in die Breite durch die Lage der beiden Zellen noch mehr behindert ist (vergl. Fig. 1 e), findet eine Drehung, wie man an der Wanderung des Kernes beobachten kann, schon vor Beginn der Durchschnürung statt und die Hauptachse der beiden Zellen fällt nun wieder mit der Längsachse der Hülle zusammen (Fig. 1 f). Während der nun folgenden Teilung ist zum dritten Male eine Drehung notwendig. Durch die Einschnürung in der Mitte wölben sich naturgemäß die Seiten entsprechend vor. (Fig. 1 g) Die so entstehenden Buckel schieben sich, je größer sie werden, an einander vorbei und so ergibt sich nach beendeter Teilung, daß die Verbindungsachsen je zweier der nun vorhandenen vier Zellen auf einander senkrecht stehen und die Mittelpunkte aller vier Zellen in den Ecken eines Tetraeders liegen. (Fig. 1 h).

Diese Vorgänge werfen ein Licht auf die eigenartigen Teilungsverhältnisse bei den nahe verwandten *Chlamydomonas*arten, bei denen bisher drei Formen der Teilung bekannt waren; außer Längs- und Querteilung noch ein Vorgang, bei dem die Teilung als Längsteilung angelegt und als Querteilung beendet wird. Da die letzterwähnte Teilungsart mit der bei *Haematococcus pluvialis* beschriebenen übereinstimmt, so ist der Verdacht begründet, daß

auch die Querteilung, wo sie auftritt nur eine scheinbare ist, verursacht dadurch, daß sich die Zelle schon vor Beginn der Teilung um 90° gedreht hat, wie das auch bei der zweiten Teilung des *Haematococcus* stattfindet.

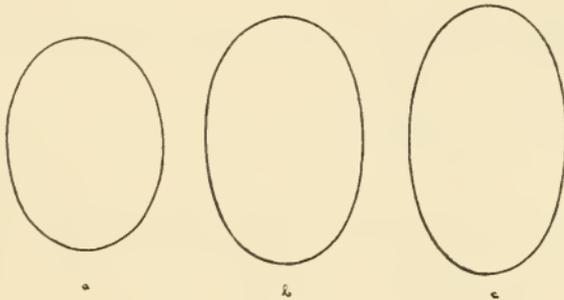


Fig. 2.

Übertragen wir die oben für *Haematococcus* gegebene Erklärung des Teilungsvorganges auf die *Chlamydomonas*arten, so müssen die der Kugelform am nächsten stehenden Arten sich ohne Drehung längs teilen, bei den langgestreckteren muß die Drehung während der Teilung und bei der längsten vor der Teilung erfolgen. Eine Prüfung der Arten, über deren Gestalt Genaueres bekannt ist, bestätigt diese Voraussetzung. Die genauen Zahlenangaben hierfür wird meine spätere Arbeit enthalten, hier möchte ich nur noch beispielsweise auf Figur 2 verweisen. Die drei Ellipsen sind nach den Längen- und Breitenmaßen (nach Messungen DILLS a. a. O.) dreier *Chlamydomonas*arten entworfen, *Ch. gigantea*, *longistigma* und *pisiformis*, von denen die erste sich ohne Drehung teilt, die zweite sich während und die dritte sich vor der Teilung dreht, d. h. nach den Angaben DILLS „Querteilung“ besitzt.

Der Genitalapparat der Neuropteren und seine Bedeutung für die Systematik derselben.

VON HERMANN STITZ.

Gestatten Sie mir, im Anschluß an meine Untersuchungen des Genitalapparates einiger Insektengruppen, unter denen ich mich zuletzt mit Neuropteren beschäftigt habe, einige Bemerkungen über dieses Organsystem bei den letzteren und dessen Bedeutung für die systematische Stellung derselben.

Bekanntlich vereinigte man in älterer Zeit Neuropteren im heutigen Sinn, Trichopteren und Panorpaten zu einer einzigen Gruppe, den Neuropteren. Später schied man die Panorpaten davon

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Gesellschaft
Naturforschender Freunde zu Berlin](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1909](#)

Autor(en)/Author(s): Reichenow Eduard

Artikel/Article: [Untersuchungen an Haematococcus piuvialis und
einigen anderen Flagellaten 85-91](#)