

46. Wilhelm Wollenweber: Das Stigma von *Haematococcus*.

Mit Tafel XI.

Eingegangen am 24. Juni 1907.

Bis jetzt kennen wir nur zwei sichere Arten der Algengattung *Haematococcus*, nämlich *Haematococcus pluvialis* Flotow (1) und *Haematococcus Bütschlii* Blochmann (2). Obgleich einige morphologische und physiologische Arbeiten über diese Organismen vorliegen, ist die wichtige Frage, ob ein Augenfleck bei diesen so lichtempfindlichen Organismen vorkommt oder nicht, bisher ungelöst geblieben. Die Gattungsdiagnose schwankt in diesem Punkte erheblich. In den Arbeiten von FLOTOW, COHN (3), BRAUN (4), PERTY (5) (1844—51) über *H. pluvialis* ist öfter das Stigma erwähnt, augenscheinlich aber stets das mehr oder weniger zentral gelegene meist reichlich enthaltene Haematochrom darunter verstanden worden (Fig. 1). Erst BÜTSCHLI (6) (1884) spricht sich klar dahin aus, dass der Augenfleck fehlt.

Eine neue *Haematococcus*-Art beschreibt BLOCHMANN (1886) als *H. Bütschlii*. Da er bei dieser Art ein Stigma auffand, ändert er die BÜTSCHLI'sche Gattungsdiagnose um und sagt: Augenfleck vorhanden oder fehlt. In einer grösseren amerikanischen Originalarbeit von HAZEN (7) (1899) über *Sphaerella lacustris* (*Haematococcus pluvialis*) ist nur eine kurze Bemerkung über den Augenfleck enthalten: „The haematochrom never seems to have the character of the red eye spot of other genera“, woraus hervorgeht, dass auch HAZEN dieses Organ nicht beobachten konnte. In WILLES algologischen Notizen (8) (1903) verdichtet sich der reiche literarische Stoff zu einer neuen Gattungsdiagnose, und wir finden hier in Anerkennung der schon von BLOCHMANN gegebenen Modifikation: „Stigma kann vorhanden sein oder fehlen“, ersteres auf *H. Bütschlii*, letzteres auf *H. pluvialis* bezüglich. SCHMIDLE (9) (1903) konnte bei beiden Arten ein Stigma nicht nachweisen. Auf Grund meiner Untersuchungen glaube ich nunmehr aussprechen zu können, dass alle Arten in allen beweglichen Entwicklungsstadien ein Stigma besitzen.

Grüne Formen verschafften mir die erste Sicherheit von dem Vorhandensein des Stigmas bei *H. pluvialis* (Fig. 2). Solche Formen lassen sich mit Sicherheit erzielen in KNOP'scher Nährlösung 0,2 pCt., ferner in einem Regen- oder Schneeswassermedium mit einer Unter-

lage von $\frac{1}{2}$ —1 pCt. Nährsalz-Agar; auch bietet denselben Erfolg eine Nährsalzlösung, der organische Stoffe: Zucker, Pepton, Asparagin, beigemischt sind; diese Lösung darf indes nicht frisch angewandt werden, da die auftretenden Bakterien jede Algenentwicklung zurückdrängen. Erst nach ein paar Monaten wirkt die nun geklärte Lösung vorzüglich und bringt grüne Schwärmsporen mit zarter Membran hervor, die man mit *Chlamydomonas* verwechseln könnte, wenn sie nicht ein anderes Chromatophor besäßen. Hat man auf die eine oder andere Art grüne Formen erhalten, so zeigt sich das Stigma dieser Individuen stets gut ausgebildet, trotzdem aber wegen seiner gelborangen matten Färbung mit Trockensystemen nur undeutlich. Eine Immersionslinse ist hier entschieden vorzuziehen, ebenso wie das künstliche Licht, wenn gut filtriert, dem Tageslichte. Von künstlichen Lichtquellen eignen sich Gasglühlicht und Nernstlicht vorzüglich zur Untersuchung wie zum Zeichnen. Um solches Licht zu filtrieren, bedient man sich seit langem parallelwandiger und kugelförmiger Glasgefäße. Letztere bieten hier mehr Vorteile, da sie die Lichtintensität erhöhen und selbst bei Anwendung von mehreren Glaskugeln hintereinander immer noch lichtstark genug bleiben. Solche Kugeln, die mit sehr verdünnter Kupfersulfatlösung beschickt werden, erleichtern die Auffindung des Stigmas wesentlich und liefern ein gutes Konturenbild, bei offener Blende auch ein gutes Farbenbild. Dies zeigte sich bei der Untersuchung von Microgonidien (Gameten?) des *H. pluvialis* (Fig. 9), die, aus Aplanosporen stammend, noch viel Haematochrom in roten Tröpfchen in der Zelle zerstreut enthalten. Ich habe mich mit Absicht über die Beobachtungsart etwas weiter verbreitet, um eine Nachkontrolle zu erleichtern.

Nachdem ich so Sicherheit bekommen hatte, dass bei dem grünen *H. pluvialis* ein Augenfleck existiere, gelang es mir auch, denselben bei roten Formen aufzufinden.

Rote Formen erhält man in destilliertem Regen-, Schnee- oder Leitungswasser, auch in 0,2 pCt. Saccharose enthaltenden destilliertem Wasser. Die Menge des Rotes aber schwankt, und es finden sich Individuen, die nur noch eine schmale grüne Randzone zeigen (Fig. 1) und solche mit mehr oder weniger reduziertem am Zellkern haftenden Haematochromfleck (Fig. 3, 5). Auf Fig. 3 würde die Bemerkung COHN's (3) (1850) p. 62 (668) passen: „Eine Stufe ist von Interesse, wo das rote Pigment auf ein einzelnes kleines Körnchen reduziert ist, welches im Innern oder an einer Wand der Primordialzelle hängt und dann jenes Gebilde darstellt, welches von EHRENBURG als „rotes Auge“ bei Infusorien, von KÜTZING, FRESENIUS und THURET bei Algen sporen entdeckt wurde.“ Neben diesem Stigma früherer Auffassung findet sich das wahre Stigma in der Abbildung. Da die noch so stark geröteten Zoosporen stets einen

grünen Rand haben, so wird man in der Lage sein, auch bei ihnen den Augenfleck zu finden; durch Verschieben des Deckglases dreht man das Individuum so, dass das Organ im Medianschnitt in Coincidenz mit der grünen Randzone tritt (Fig. 1).

Die Form des Augenfleck von *H. pluvialis* ist sehr verschieden. Bei älteren Individuen ist die Keulenform (Fig. 6a u. b), bei jüngeren die eines spitzwinkligen sphärischen Dreiecks (Fig. c, d, e) vorherrschend. Der Basis des Dreiecks ist nicht selten noch eine kurze Zacke aufgesetzt, die aber perspektivisch aufzufassen ist (Fig. 5a), da der Medianschnitt sie als keilförmigen nach innen gerichteten Zapfen erkennen lässt (Fig. 5b und Fig. 6h). Die Seitenansicht des Stigmas zeigt oft die Gestalt einer Sichel (Fig. 6f) oder eines spitzwinkligen Dreiecks (Fig. 5b und Fig. 6h).

Auch über den inneren Bau lässt sich bei oben geschilderter Beobachtungsart so viel sagen, dass ein feinmaschiges Netzwerk, die Grundsubstanz, die Farbkörnchen in sich schliesst, so wie es FRANZÉ (10) 1892 bei den Stigmata der Euglenen und Chlamydomonaden beschreibt.

Das Stigma liegt peripherisch im oberen Teile der Zelle (Fig. 4a)¹⁾, meist dicht vor dem Äquator²⁾ oder wird von ihm halbiert, wenn die Zelle sich teilen will, wobei es meist mit geteilt wird. Fig. 8 zeigt den Ausnahmefall, wo der Augenfleck bei der Teilung ungeteilt dem oberen Abschnitt zugefallen ist.

Das Stigma liegt konstant in der Höhe des Zellkerns (Fig. 3 u. 7)³⁾, nur bei den Microgonidien (Gameten?), deren Kern ganz vorn gelegen ist, sehen wir ihn manchmal tiefer (Fig. 9a), meist aber normal (Fig. 9b).

Die Grösse des Organs schwankt bedeutend. Es wurden Längen von 2 bis 13 μ , Breiten bis 1,5 μ gemessen. Die Durchschnittszoospore begnügt sich mit einer solchen von 5 μ Länge. Lage und Farbe erwiesen sich konstant auch bei Änderung des Nährmediums, ob die Zoospore grün, rot oder doppeifarbig ist. Dagegen konstatierte ich eine Verschiedenheit in der Phototaxis, die man immer mehr als vom Stigma beherrscht betrachtet (KÜNSTLER, FRANZÉ, OVERTON usw.). Grüne Zoosporen suchen im Kulturgläse bei normaler Temperatur stets den positiven Lichttrand auf, während rote eine stärkere Ansammlung seitlich bilden, also ein geringeres Lichtoptimum besitzen dürften. Es ist nicht unwichtig, dass nunmehr mit Sicherheit

1) Der Medianschnitt (Fig. 4b) würde es erst bei Drehung um die Längsachse um 45° im Sinne des Uhrzeigers zeigen.

2) Unter Äquator verstehe ich die Umrisslinie des grössten Querschnitts der ein Rotationsellipsoid darstellenden Zelle.

3) Fig. 7 nach einer mikrophotographischen Aufnahme der photographischen Lehranstalt des Lettevereins, Berlin.

bei diesen topophototaktischen Organismen der Augenfleck nachgewiesen werden konnte, und es nun nicht mehr nötig ist, die Ursache phototaktischer Reaktion bei *Haematococcus pluvialis* allein im Cytoplasma oder gar im zentralen Haematochrom zu suchen. THURET behauptete einst, das Stigma könne die Lichtstimmung nicht leiten, da auch Oedogoniumschwärmer, die er für stigmenlos hielt, photophil seien. STRASBURGER fand dieses Organ bei Oedogonium, stellte sich indes doch auf THURET's Standpunkt, da auch *Chytridium vorax* auf Licht reagiere. In neuerer Zeit sind mehrfach Stigmata aufgefunden worden, so dass es in Zukunft bei so bestimmten Bemerkungen wie der PFEFFER's (11) p. 774: „Übrigens reagieren viele Schwärmzellen phototaktisch, die keinen Augenfleck besitzen“, wünschenswert wäre, die Gattungen oder Arten aufzuzählen. zumal nach CHODAT die Verhältnisse nicht immer genügend geklärt sind (12), wie aus dem Fragezeichen hervorgeht, z. B. bei seiner Äusserung S. 17: Il y a des zoospores qui sont dépourvues de stigma; ce sont celles des Confervacées et des Trentepohliacées (?).

So harrt die Frage nach der Funktion des Stigmas der Haematococcen noch immer ihrer Lösung. Weiter wird zu untersuchen sein, ob das Haematochrom einen Lichtschutzapparat darstellt. Es gelang mir, Zoosporen $\frac{1}{2}$ Jahr völlig grün und im Schwärmzustande zu erhalten, trotzdem aber behielten sie die Fähigkeit, bei Übergang zur Ruhe wieder Haematochrom zu bilden.

Das Stigma des *Haematococcus Bütschlii* liegt nach BLOCHMANN's Artdiagnose in der Höhe des vorderen Pyrenoides, nach seinen Abbildungen sogar ein Stück höher. Es ist 2μ lang und soll halbmondförmig sein. Ich habe diese Art vom Originalstandort bisher nicht erhalten können, dagegen besitze ich eine mit *H. Bütschlii* nahe verwandte *Haematococcus* - Art. Dieselbe fand sich bei DRÖBAK auf einer Insel im Kristiania-Fjord. Sie hat mit *H. Bütschlii* die zwei Pyrenoide von konstanter Stellung gemein, auch die feinen Plasmaausstrahlungen in die Membran, die indes für gewöhnlich nicht ringsum vom Cytoplasma ausstrahlen, sondern sich mehr auf den hinteren Teil der Zelle beschränken (Fig. 10 u. 13).¹⁾

Das Stigma liegt indes ein Stück unter dem oberen Pyrenoid (Fig. 10 u. 11), also etwas vor dem Äquator der Zelle. Die Länge ist etwa 2μ , die Breite bis 1μ , bei Gameten ist die grösste Länge 1μ . Die Form des peripherisch gelegenen Augenflecks variiert auch hier etwas, lässt sich indes immer auf die bei *H. pluvialis* beschriebene zurückführen (Fig. 11, 12 u. 15b). Durchschneidet der

1) Fig. 13 nach einer mikrophotographischen Aufnahme wie Fig. 7.

Mediansehnitt das Stigma der Länge nach, so zeigt die sichelförmige Schnittfigur manchmal zwei Zapfen, die keilförmig nach innen gehen (Fig. 10 u. 15 a, c, d). Etwas wie einen hyalinen Linsenkörper, welchen STRASBURGER bei *Cladophora* gesehen, habe ich bei beiden Arten nicht unterscheiden können. Was mir aber auffiel, war die gegenseitige Lage von Stigma und Nucleus. Bei allen mir bekannten stigenführenden Zoosporen fand ich beide Organe in einer Höhe, so dass man eine gegenseitige Beziehung mutmassen könnte.

Die Lage des Augenflecks ist konstant während der Wachstumsperiode der Schwärmzelle, vor der vegetativen Teilung dagegen rückt dieses Organ bei *H. Bütschlii* und der von mir untersuchten neuen Art ganz ans Vorderende (Fig. 12), während es bei *H. pluvialis* seinen Platz beibehält.

Ich nenne den neuen Organismus bis auf weiteres *Haematococcus droebakensis* n. sp.

Pflanzenphysiologisches Institut der Universität Berlin.

Literaturverzeichnis.

1. J. VON FLOTOW, Über *Haematococcus pluvialis*. (Nova Acta Acad. Leopold. Carol. Vol. XX, P. 2. Halle 1844.)
 2. F. BLOCHMANN, Über eine neue *Haematococcus*-Art. (Verhandl. d. naturhist. medic. Ver. B. III. Heidelberg 1886.)
 3. F. COHN, Nachträge zur Naturgeschichte des *Protococcus pluvialis* Kützing. (Nova Acta Acad. Leopold. Carol. Vol. XXII. P. 2. Wratissl. 1850.)
 4. A. BRAUN, Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.
 5. M. PERTY, Zur Kenntnis kleinster Lebensformen. Bern 1852.
 6. O. BÜTSCHLI, Protozoa, II. Abt. Mastigophoren. (1883—87.)
 7. TR. ELL. HAZEN, The Life History of *Sphaerella lacustris* (*Haematococcus pluvialis*). (Memoirs of Torrey Bot. Club. Vol. VI. No. 3. New York 1899.)
 8. N. WILLE, Algologische Notizen. (Nyt Magazin f. Naturvidenskab. B. 41, H. 1. Kristiania 1903.)
 9. W. SCHMIDLE, Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen. (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 21. 1903.)
 10. R. FRANZÉ, Zur Morphologie und Systematik der Stigmata der Mastigophoren. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 56. 1893.)
 11. W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie 1904. 2. Bd.
 12. R. CHODAT, Algues vertes de la Suisse. Berne 1902.
-

Erklärung der Abbildungen der Tafel Nr. XI.

Vergr. 1000 mit Ausnahme von Fig. 6, wo Vergr. 2000 gewählt ist. Zeichenapparat nach ABBE, homogene Immersion $\frac{1}{16}$, Ocular 3 (LEITZ) benutzt. Zellen getötet mit OsO_4 -Dämpfen (1 pCt).

Abkürzungen.

st: Stigma, h: Haematochrom, N: Nuclens, n: Nucleolus, p: Pyrenoid, sf: Schnittlinie.

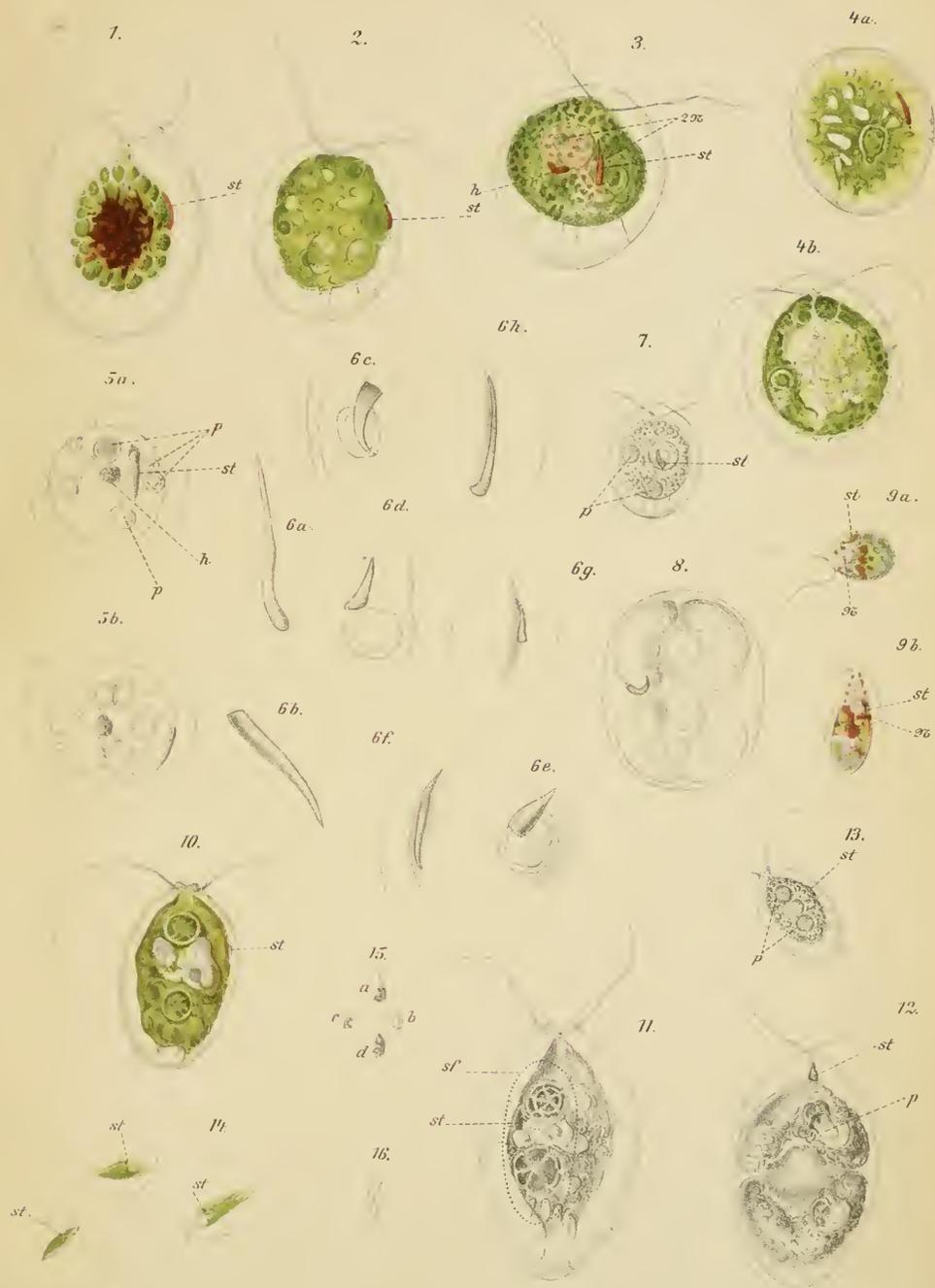
Fig. 1—9. *Haematococcus pluvialis*.

1. Zoosporen (Z.) aus Schneewasser mit seitlichem Stigma und reichlichem Haematochrom.
2. Z. aus einem Schneewassermedium mit $\frac{1}{2}$ pCt. Nährsalz-Agar Unterlage.
3. Z. aus KNOP 0,2 pCt. mit reduziertem Haematochrom und wohlentwickeltem Stigma.
4. Z. aus Kultur wie 3 mit Stigma und Netzchromatophor. a) Teil der Oberfläche mit Stigma, b) Medianschnitt.
5. Zwei verschiedene Querlagen einer Z., mit Stigma a) von oben, b) von der Seite gesehen.
6. Stigmata, verschiedene Formen.
7. Eben entschlüpfte Z. mit Stigma fast in der Mitte und Zellkern darunter (nach Mikrophotographie).
8. Stigma bei Zweiteilung ungeteilt.
- 9a u. b. Microgonidien (Gameten?), aus Aplanosporen entstanden, mit Stigma.

Fig. 10—15. *Haematococcus droebakensis* n. sp.

10. Z. im Medianschnitt mit Zapfen-Stigma.
11. Z. angeschnitten, Stigma von oben gesehen, Zellkern in der Mitte, Pyrenoide der oberen Hülle entblösst.
12. Stigma vor der Teilung nach vorn gewandert.
13. Junge eben entschlüpfte Z. mit cytoplasmatischen Ausstrahlungen in die Membran, vorwiegend am Hinterende (nach Mikrophotographie).
14. Gameten mit wuzigem Stigma.
15. Stigmata. a, c, d) Seitenansicht mit Zapfen, b) Oberflächenansicht.

Fig. 16. Halbmondförmiges Stigma von *Haematococcus Bütschlii* (nach BLOCHMANN).



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Wollenweber Hans Wilhelm

Artikel/Article: [Das Stigma von Haematococcus. 316-321](#)