© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

seite ist manchmal recht tief; die Hälften der Bauchseite sind gewölbt, ihre Ränder sind gerundet[1]).

Die Frage, welches Volk zur Hallstattzeit in der Merseburger Gegend den Roggen angebaut habe, läßt sich heute wohl noch nicht sicher beantworten. Nur das darf man wohl behaupten, daß es kein germanischer Volksstamm war[2]).

---

84. M. Staehelin: Zur Cytologie und Systematik von Porphyridium cruentum (Naegeli).

(Mit 4 Fig. im Text).

(Eingegangen am 27. Dezember 1916).

Über die systematische Stellung von *Porphyridium* sind schon viele Vermutungen geäußert worden. SCHMITZ (1897 p. 315) und GAIDUKOW (1899 p. 2) stellen, *Porphyridium* zu den Rhodophyceen; OLTMANNS (1906 p. 191) glaubte sie als eine zweifelhafte Gattung der Protococcales auffassen zu müssen. HANSGIRG (Nr. 1 p. 154 und Nr. 2 p. 2) stellte sie zur Spaltalgengattung *Aphanocapsa* BRAND (1908 p. 416) hat auf Grund seiner cytologischen Studien *Porphyridium* wie SCHMITZ zu den Rhodophyceen gerechnet und als eine höchst einfache Form der Bangiaceen angesehen. Die angekündigte Arbeit über den Kern von *Porphyridium* hat BRAND noch nicht herausgegeben; sie hätte auf die systematische Stellung der Alge Licht werfen können, da noch nicht einmal feststeht, ob diese einen Kern hat oder nicht. Ein endgültiger Beweis für die richtige Stellung von *Porphyridium* unter den Algen stand immer noch aus.

Für die Cytologie und Systematik der Cyanophyceen sind durch FISCHER Arbeiten neue Kriterien geliefert worden. Von

---

1) Abb. 1 a sind 6 Roggenfrüchte aus der Frankleber Wohngrube, Abb. 1 b sind zum Vergleiche 7 Roggenfrüchte aus der Ruine der Burg von Burgheßler (in nat. Gr.) abgebildet.

2) Betreffs der Geschichte des Roggens vgl. J. HOOPS, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum (Straßburg 1905) S. 443 u. f.; Ders., Artikel „Roggen" in seinem Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Bd. 3 (Straßburg 1915) S. 508—514; A. SCHULZ, Die Geschichte des Roggens, 39. Jahresbericht d. Westfälischen Provinzial-Vereins f. Wissenschaft u. Kunst für 1910/11 (Münster 1911) S. 153—163; Ders., Die Geschichte der kultivierten Getreide, Bd. 1 (Halle 1913) S. 71—85.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Herrn Prof. SENN habe ich die Anregung erhalten, *Porphyridium* nach diesen neuen Methoden zu prüfen, um eventuell neue Aufschlüsse für die Systematik zu erhalten.

Untersuchungsmaterial: Das Material für meine Untersuchungen wurde an Mauern gesammelt, dann auf Tellern mit Sand aufgestrichen, mit Wasser begossen und im Warmhaus aufbewahrt. Schon nach wenigen Stunden hatten sich an der Oberfläche reiche Mengen von *Porphyridium* angesammelt. Diese Rohkulturen lieferten mir das Material für meine Untersuchungen. Diese wurden an lebendem und fixiertem Material vorgenommen. Eingetrocknete Exemplare verwendete ich im Gegensatz zu SCHMIDLE nicht, da sie stets starke Schrumpfungen zeigten.

Allgemeiner Zellbau: Die *Porphyridium*zelle ist stets kugelig und enthält im Zentrum einen stern- oder rosettenförmigen Körper der sich durch starke Lichtbrechung auszeichnet; peripher liegt weinroter, granulierter Saum. Zwischen beiden Zellbestandteilen findet sich eine fast hyaline Partie. Diese, sowie die zentralen Körner erscheinen oft intensiver rot gefärbt als der äußere Saum. Diese Färbung des in Wirklichkeit farblosen zentralen Teils kommt offenbar dadurch zustande, daß die den peripheren roten Saum durchsetzenden Lichtstrahlen gebrochen und im Zellinnern gesammelt werden.

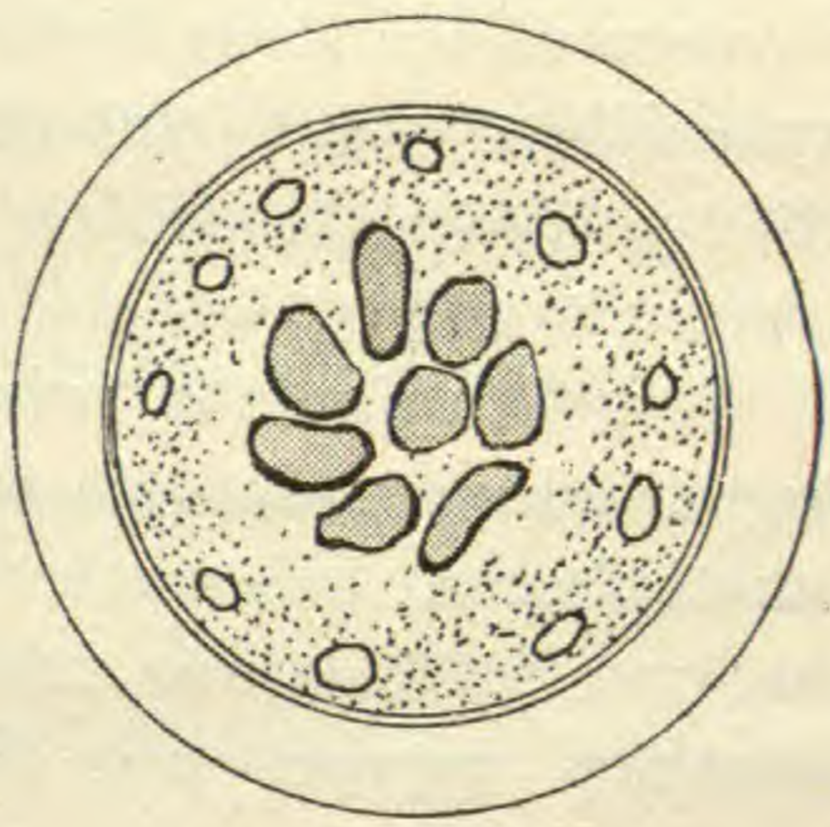
Membran und Gallerte: Das *Porphyridium*-Lager läßt sich stets schleimig und klebrig anfühlen, was auf das Vorhandensein einer Gallerthülle hindeutet. Am lebenden Individuum kann die Gallerte nicht direkt beobachtet werden. Dagegen erscheint in Tuschesuspension um jede *Porphyridium*zelle ein heller Gallerthof, dessen Dicke ein Viertel des Zelldurchmessers beträgt. Mit 0,1% Methylenblaulösung läßt sich die Gallerte nach längerer Einwirkung färben (Fig. 1). Safranin färbt die Gallerte orangegelb. Eine Struktur läßt sich an ihr nicht erkennen, somit auch nicht feststellen, ob die Gallerte infolge der Quellung der Membran entsteht oder durch Membran-Poren ausgeschieden wird.

Die Art der Gallertausscheidung liefert somit für die systematische Stellung der Alge keinen Anhaltspunkt.

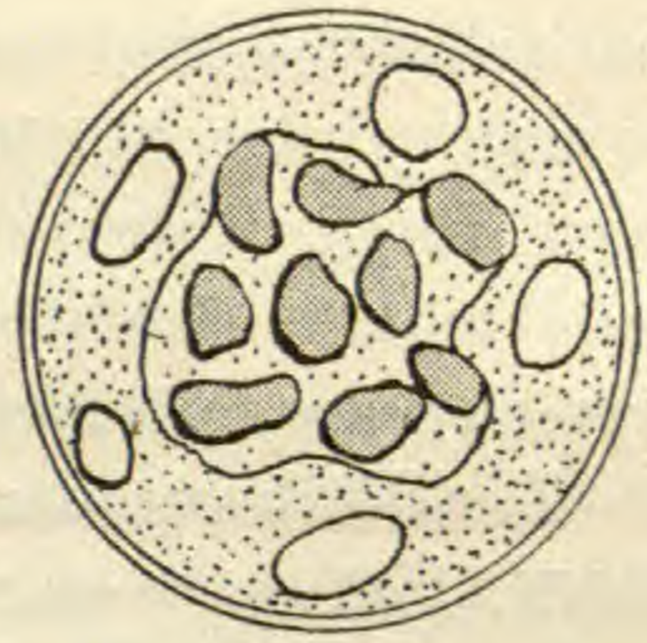
Farbstoff: Es stellte sich heraus, daß der rote Farbstoff der Zelle bei den mikro-chemischen Untersuchungen störend wirkt; ich entfernte ihn deshalb mit mehreren Mitteln. Beim Auskochen der *Porphyridium*zelle in heißem Wasser färbt sich dasselbe schmutzig grün; die Zellen verlieren den roten Farbstoff. Bringt man in diesen wässerigen Auszug eine Mineralsäure, so färbt er sich samt den darin liegenden Zellen wieder rot. KÜTZING (1843 p. 21)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

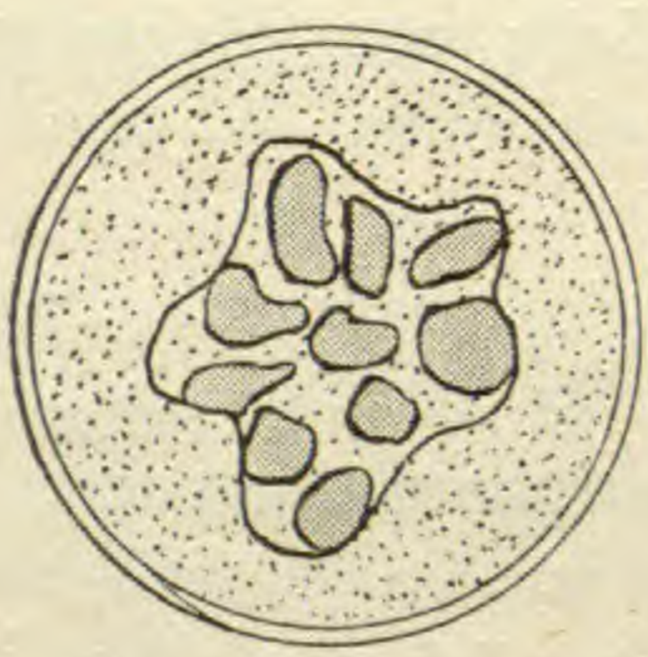
hatte dies als Charakteristikum für den Florideenfarbstoff angesehen. NEBELUNG (1878 p. 409) hielt den *Porphyridium*-Farbstoff auf Grund seiner spektroskopischen Untersuchung für eine Modifikation des *Phormidium*- also für einen Cyanophyceenfarbstoff,



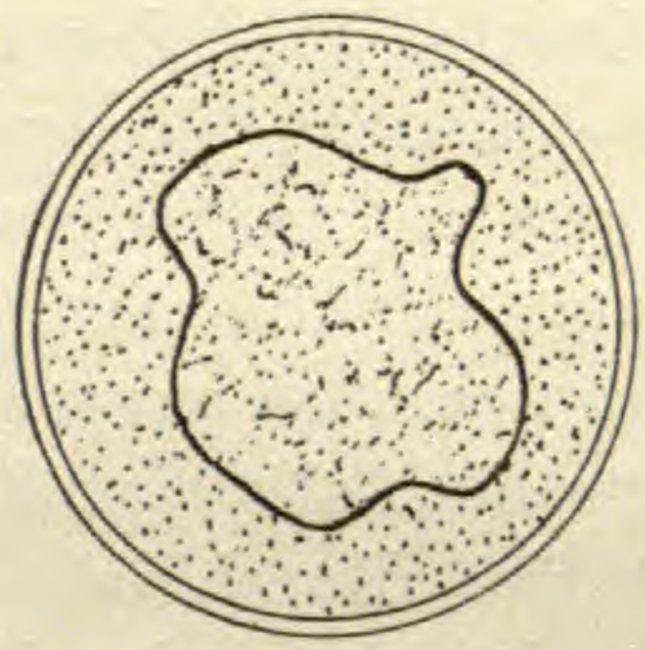
1



2



3



4

Die Figuren wurden mit Leitz-Oel Immersion 2 mm und Kompensationsokular 8 mit ZEISSchem Zeichenapparat gezeichnet. Vergr. 3000.

Fig. 1. *Porphyridium* im Leben. Von außen nach innen: Gallerte, Membran, Chromatophor mit Cyanophycinkörnern, Zentralkörper mit Anabaenin.

Fig. 2. *Porphyridium* in Säurefuchsin gefärbt: Membran, Chromatophor, mit Cyanophycinkörnern, Zentralkörper mit Anabaenin.

Fig. 3. *Porphyridium* mit Safranin-Anilin gefärbt. Membran, Chromatophor Zentralkörper mit Glykogenkörnern.

Fig. 4. *Porphyridium*, das der Autolyse unterworfen war. Membran, Chromatophor und plasmatischer Zentralkörper.

von BRAND (1908 p. 417) und KYLIN (1910 p. 169) ist er neuerdings wieder als Florideenfarbstoff angesehen worden. Nach letzterem Autor sollten sowohl Florideen mit Phycocyaninstoffen, als auch Cyanophyceen mit phycoerythrinartigen Körpern existieren.

Absoluter Alkohol löst den Farbstoff; in 5% Chromsäure wird er samt der Zelle nach kurzer Zeit zerstört. Kali- und Natron-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lauge, sowie Ammoniak verwandeln ihn in Grün, was auch BRAND (1908 p. 418) festgestellt hat. Diese Erscheinung konnte ich auch bei Cyanophyceen konstatieren. Es muß hier bemerkt werden, daß ich diese Frage nicht erschöpfend behandelt habe, ich erwähnte diese Versuche nur der Vollständigkeit halber.

Da noch nicht entschieden ist, ob der Farbstoff demjenigen der Cyanophyceen oder der Rhodophyceen näher steht, liefert er für die systematische Stellung von *Porphyridium* keine Anhaltspunkte.

Chromatophor: SCHMITZ (1892 p. 18) beschreibt den Chromatophoren von *Porphyridium* als ein sternförmiges Gebilde. BRAND (1908 p. 416.) möchte ihn mehr als Kugel aufgefaßt wissen, die durch Vakuolen oder Körner so eingedrückt ist, daß sie sternartig erscheint. Zur Färbung der Chromatophoren habe ich die von ZIMMERMANN (1890 p. 6) angegebene, von SENN etwas modifizierte Methode angewendet. *Porphyridium*zellen werden mit Sublimatalkohol fixiert, (12 St.) in Jodalkohol differenziert, in absolutem Alkohol ausgewaschen und durch Xylol in Canada-Balsam übergeführt. An gut differenzierten Zellen zeigte sich eine hellrote periphere Partie. Das Zentrum der Zelle war stärker gefärbt. In Folge der Quellung der peripher gelegenen schwach gefärbten Körner, hatte der ganze zentrale Teil — der stark lichtbrechende Körper samt der darum gelagerten körnerarmen Partie — ein sternartiges Aussehen angenommen. (Fig. 2). Gleichbehandelte *Anabaena* zeigte ebenfalls eine hellrote periphere und eine dunkelrote zentrale Partie. Durch diese Methode ist die Gestalt des Chromatopheren noch nicht eindeutig bestimmt. Ich versuchte ihn deshalb nach FISCHERS (1905 p. 56 und ff.) Verfahren zu isolieren, das wegen der Zartheit des Objekts allerdings insofern abgeändert wurde, als ich 35% Flußsäure in der Kälte wirken ließ ½—1 St.) Die Zellen wurden nachher in Wasser ausgewaschen, in 2 % Lichtgrün gefärbt (3 St.), wieder in Wasser gewaschen, durch Alkohol und Nelkenöl in Balsam übergeführt. Durch die Flußsäure wird der Inhalt der Zelle mit Ausnahme des Stromas zerstört. Dieses wird dagegen vom Chlorophyllfarbstoff gegen die Flußsäurewirkung geschützt. Der isolierte Chromatopher war im optischen Querschnitt stets als ein grün gefärbter geschlossener Ring zu erkennen, was darauf schließen läßt, daß er als Hohlkugel entwickelt ist. (Fig. 4). Die Chromatophoren von *Mnium*blättern die in der Kontrolle wegen genau gleich behandelte wie die *Porphyridium*zellen, zeigten die gleiche Gestalt, wie in lebenden Blättern. Eine mit Flußsäure fixierte und mit Lichtgrün gefärbte *Oscillaria* zeigte den Chromatophoren ebenfalls klar als grüngefärbte Dose. Auf Grund dieser

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Präparate müssen wir die granulierte, im Leben rot gefärbte Rindenschicht von *Porphyridium* als den Chromatophoren ansehen. Ein so gestalteter Chromatophor ist weder bei den Grün- noch bei den Rotalgen vorhanden, wohl aber allgemein bei den Cyanophyceen.

Auf Grund der Chromatophorenstruktur müßte somit *Porphyridium* zu den Cyanophyceen gestellt werden.

Cyanophycinkörner: In allen Exemplaren traten im Chromatophoren von *Porphyridium* kleine helle Körner auf. Sie liegen dicht an der Peripherie und nehmen an Zahl gegen die Mitte ab. Ihre Zahl und Größe ist sehr verschieden. BRAND (1908 p. 541) hat sie für Schleimvakuolen oder Körner gehalten. Er (1908 p. 541) konstatierte, daß sie sich mit Brillantblau intensiv blau färben, was nach seiner Angabe für Cyanophycinkörner charakteristisch sein soll. Sowohl bei *Porphyridium* als auch bei *Oscillaria* konnte ich mit Brillantblau eine intensive Blaufärbung der peripheren Körner erzielen. Eosin und Essigsäurecarmin färben die Körner sogar nach längerer Behandlung recht wenig. Diese speichern aber Jod intensiv, was auf Proteinstoffe hinweist. Am deutlichsten werden sie, wenn man entfärbte *Porphyridium*zellen mit verdünnter Kalilauge kocht und dann mit Jodjodkalium behandelt. Die Körner quellen stark und nehmen so viel Jod auf, daß sie schwarz erscheinen. In schwachem Alkali und in Säure quellen sie; in starkem Alkali werden sie gelöst. Es scheint somit, daß sie eiweißartiger Natur und als Reservestoffe der Zelle anzusehen sind. Für Florideenstärke, wie BRAND angibt, (1908 p. 415), können sie nicht gehalten werden, sonst müßten sie sich mit Jod weinrot, bzw. blau färben. Eiweißkörner kommen weder bei Rot- noch bei Grünalgen vor, wohl aber bei Cyanophyceen, wo man sie als Cyanophycinkörner bezeichnet.

Wir sind deshalb berechtigt, auch die Körner von *Porphyridium* als Cyanophycinkörner anzusprechen. Diese Tatsache gibt uns einen weiteren Anhaltspunkt dafür, daß *Porphyridium* zu den Cyanophyceen gehört.

Zellkern: SCHMITZ (1882 p. 180 und Tafel I. und 1897 p. 313) sah ein peripheres Korn, offenbar ein Cyanophycinkorn, als Zellkern von *Porphyridium* an. BRAND (1908 p. 542) hat weder über die Lage noch über Form und Größe Bestimmtes mitgeteilt, offenbar weil ihm die üblichen Färbmittel keine sicheren Resultate lieferten. Die Frage nach dem Vorhandensein oder Fehlen eines Zellkerns mußte aber in erster Linie gelöst werden, wenn über die systematische Stellung dieser Alge Klarheit geschaffen werden sollte.

Damit der Zellfarbstoff nicht störend wirkte, wurde er stets

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

mit Alkohol ausgezogen. Das entfärbte Material zeigt nach Behandlung mit Jodjodkalium und Chlorzinkjod eine gleichmäßige Gelbfärbung des ganzen Zellinhalts. Im Zentrum treten starke lichtbrechende Körperchen hervor, ohne sich aber intensiver zu färben, als die periphere Partie. Chloralhydratjod färbt die Zelle gelb; die zentralen Körner treten stark gequollen hervor. Zellen, welche mit Eosin, Essigsäurekarmin, Safranin, Eisenhaematoxylin Delafields, Haematoxylin oder Säurefuchsin gefärbt waren, zeigten stets die starklichtbrechenden Körner intensiver gefärbt als die periphere Partie. Die einzelnen Körner erschienen rundlich bis kurzstabförmig und bildeten zusammen einen rosettenartigen Komplex (Fig. 2 und 3). Während diese Färbungen auf die Existenz eines Kernes hinweisen, spricht die schwache Speicherung von Jod entschieden gegen die Kernnatur des zentralen Körnerkomplexes. Dieser verhält sich auch Eau de Javelle gegenüber anders als ein typischer Kern. Kocht man *Porphyridium*-Zellen mit Eau de Javelle und färbt sie dann mit Methylenblau, so tritt das Zentrum als stark blau gefärbter, gequollener, rosettenartiger Körper prägnant hervor. Bei *Spirogyra* führte die gleiche Behandlungsweise zur Auflösung des Kernes, bei *Tradescantia* quollen zwar die Kerne im Gegensatz zu den zentralen Körnern von *Porphyridium* nicht auf, speicherten aber das Methylenblau. Gleichbehandelte *Oscillarien* verhielten sich wie *Porphyridium*.

A. FISCHER (1905 p. 74) hat nun festgestellt, daß die bei fast allen Cyanophyceen vorhandenen zentralen Körperchen von kernähnlicher Gestalt in einem plasmatischen Gebilde, dem Zentralkörper, eingelagert sind, der die Farbstoffe intensiver speichert, als die anderen Bestandteile der Zelle, nicht aber in dem Maße, wie die Chromatinsubstanz echter Kerne; Jod wird nur wenig ge-

Tabelle I. Färbbarkeit des Zentralkörpers.

	Porphyridium	*Oscilleria*	*Spirogyra*
Jodjodkalium	○	○	
Chlorzinkjod	○	○	
Essigsäurekarmin	○ — +	+	+ +
Delafield's Haematoxylin	+	+	+ +
Methylenblau	+	+	+ +
Safranin	+	+	+ +
Säurefuchsin	+	+	+ +

○ nicht gefärbt, + schwach gefärbt, + + stark gefärbt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

speichert. Das gleiche Verhalten habe ich auch bei *Porphyridium* festgestellt, wie aus Tabelle I hervorgeht.

Ueber die Natur der im plasmatischen Zentralkörper enthaltenen Körner hat A. FISCHER Klarheit geschaffen (1908 p. 106). Bei den meisten englumigen Cyanophyceen konnte er sie in das bei weitlumigen Cyanophyceen verbreitete Glykogen überführen und kam deshalb zu der Auffassung, daß die zentralen Körner der englumigen Cyanophyceen, wie das Glykogen der weitlumigen Formen, ein Reservestoff sei. Er bezeichnete ihn als Anabaenin.

Um auch *Porphyridium* auf das Vorhandensein von Anabaenin bzw. ein Umwandlungsprodukt zu prüfen, stellte ich folgende Versuche an: Wird *Porphyridium* nach der FISCHERschen Vorschrift (1905 p. 122) mit 2% Salzsäure gekocht und mit Jodjodkalium und Chlorzinkjod behandelt, so färbt sich die periphere Partie, der Chromatophor gelb, die zentralen Körner dagegen dunkelbraun und verlieren ihre starke Lichtbrechung. Beim Erwärmen verschwindet die braune Färbung, kehrt aber beim Erkalten wieder. Die Körner des Zentralkörpers zeigten also nach Säurebehandlung tatsächlich Glykogenreaktion. Es gelingt somit bei *Porphyridium* wie bei *Oscillaria* und *Anabaena* die starklichtbrechenden zentralen Körner durch Hydrolyse mittels Säure in Glykogen überzuführen. Man ist deshalb berechtigt, diese Körner als Anabaenin zu bezeichnen.

Um für die Glykogennatur, der mit Salzsäure behandelten zentralen Körner noch einen weiteren Beleg zu erhalten, suchte ich die Zellen, nach der von A. FISCHER (1905 p. 66) angegebenen Tannin-Safranin-Methode zu färben. Zur Kontrolle wurde eine englumige *Oscillaria* gleichzeitig dieser Behandlung unterworfen. Nach Beendigung derselben zeigte der Cromatophor beider Algen eine schwache gelbe Färbung, aus welcher das Glykogen des zentralen Teiles mit intensivem Rot hervorleuchtete. (Fig. 3. Vgl. auch FISCHERs Abb. 14 u. 15.) Bei *Porphyridium* hatte diese Glykogenmasse die Gestalt einer Rosette, die aus einzelnen Körnern bestand, bei *Oscillaria* traten die stabförmigen Pseudomitosen hervor.

Im Anschluß an die FISCHERsche Arbeit versuchte ich das Anabaenin auch durch Autolyse herauszulösen, wobei außer dem Chromatophoren nur der plasmatische Zentralkörper zurückbleibt. Wurden lebende *Porphyridium*zellen mit 2% Chloroform- oder Toluollösung im Thermostaten bei 35° C während 5 Tagen (19. 5. bis 24. 5.) sich selbst überlassen, so lieferten sie die in Tabelle II zusammengestellten Resultate.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Weitere Berichtigungen.

S. 355 Zeile 13 lies „des“ statt „der“.
S. 355 Zeile 11 von unten lies „75“ statt „70“.
S. 508 Zeile 9 lies: STARK „Experimentelle Untersuchungen über das Wesen und die Verbreitung der Kontaktreizbarkeit. Jahrb. für wiss. Botan. 57, 1916 statt Beiträge zur Kenntnis u. s. w.
S. 778 Zeile 9 von unten lies „sie bei uns“ statt „sie“.
S. 779 Zeile 13 von unten lies „der Mitte“ statt „des Mitte“.
S. 781 Zeile 4 von oben lies „tragen“ ein vielfach statt „in“ ein vielfach.
S. 782 Zeile 9 von unten lies „ihm“ statt „ihnen“.
S. 893 Zeile 13 von oben lies GAIDUKOW (1898 . . . statt 1899.
S. 893 Zeile 14 von oben lies OLTMANNS (1904 . . . statt 1906.
S. 896 Zeile 9 von oben lies SCHMITZ (1882 . . . statt 1892.
S. 896 Zeile 5 von unten lies „ich“ statt „in“.
S. 898 Tabelle I. Unter *Spirogyra* bei Jodjodkalium füge 2 + + hinzu.
S. 899 Zeile 4 von oben lies 1905 statt 1908.
S. 899 Zeile 11 von oben lies bzw. „sein“ statt „ein“.
S. 899 Zeile 3 und 4 von unten lies „Chloroform oder Toluol“ statt „Chloroform- oder Toluollösung“.
S. 900 Zeile 17 von unten lies BRAND (1908 statt 1905.
S. 901 Literaturverzeichnis unter GAIDUKOW lies 27. I statt 271,
unter HANSGIRG lies „Synopsin“ statt „Synopsis“
vor KYLIN lies 1910 statt 1906,
hinter Z. f. physil. Chemie füge ein: Bd. 69. S. 168.
S. 901 vor SCHMITZ lies 1897 statt 1887.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: 34

Autor(en)/Author(s): Staehlin Marcus

Artikel/Article: Zur Cytologie und Systematik von Porphyridium cruentum (Naegeli). 893-899