

und bei zweijährigen Pflänzchen bemerkte er andeutungsweise eine Krümmung der Nadeln gegen die einfallenden Lichtstrahlen.

Da in beiden der beschriebenen Versuche eine Veränderung der natürlichen Lage der Zweige resp. des Gipfelsprosses vermieden wurde, sind die Richtungsänderungen der Nadeln lediglich auf die Beleuchtungsverhältnisse zurückzuführen.

53. G. Hinze: Über Schwefeltropfen im Innern von Oscillarien.

(Mit zwei Abbildungen im Text).

Eingegangen am 21. Juli 1903.

Die rötlichen Gebilde im Innern von wasserblütebildenden Phycochromaceen, welche von RICHTER¹⁾ zuerst für Schwefelkörnerchen gehalten wurden, sind nach den Arbeiten KLEBAHN's²⁾ als Gasvakuolen anzusprechen. Neuerdings ist nun auch die KLEBAHN'sche Deutung jener Gebilde durch MOLISCH³⁾, der sie bei *Aphanizomenon flos aquae* Ralfs studierte, als unrichtig erwiesen worden; indes ist es MOLISCH bisher nicht gelungen, positive Aufschlüsse über die chemische Natur dieser „Schwebekörper“ zu erzielen. — KLEBAHN erwähnt am Schlusse seiner Arbeit aus dem Jahre 1896, dass ausser bei Chroococcaceen, Nostocaceen und Rivulariaceen auch bei einigen Oscillarien, so bei *Trichodesmium Hildebrandtii*, *Trichodesmium erythraeum* und *Oscillatoria Agardhii* „Gasvakuolen“ vorkommen, wenigstens deutet er bei letzteren beiden Arten die von MÖBIUS und BORNET beschriebenen Zeileinschlüsse als solche.

Während eines Aufenthaltes in Neapel beobachtete ich mehrmals Oscillarien, welche im Innern mehr oder weniger zahlreich rundliche Gebilde enthielten; es erschien mir zunächst unzweifelhaft, dass diese mit den KLEBAHN'schen Gasvakuolen — die Arbeit MOLISCH's war

1) RICHTER, *Gloiotrichia echinulata* P. Richt., eine Wasserblüte des grossen und kleinen Plöners Sees. Forschungsber. aus der biolog. Station zu Plön, 2. Teil, 1894.

2) KLEBAHN, Gasvakuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütebildenden Phycochromaceen. Flora 1895. — Ders., Über wasserblütebildende Algen, insbesondere des Plöner Seengebietes, und über das Vorkommen von Gasvakuolen bei den Phycochromaceen. Forschungsber. aus der biolog. Station zu Plön, 4. Teil, 1896. — Ders., Bericht über einige Versuche, betreffend die Gasvakuolen von *Gloiotrichia echinulata*. Forschungsber. aus der biolog. Station zu Plön, 5. Teil, 1897.

3) MOLISCH, Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. Botanische Zeitung 1903.

noch nicht erschienen — identisch seien. Da aber solche Oscillarien immer in stark nach Schwefelwasserstoff riechenden Kulturen auftraten, und die Einschlüsse an die Schwefeltropfen der *Beggiatoen* erinnerten, erhoben sich doch Bedenken gegen jene Auffassung, und diese veranlassten eine Untersuchung dieser Gebilde, worüber nachstehend berichtet werden soll.

Die Oscillarien¹⁾ bildeten in oft reichlichen Mengen in einer an der Oberfläche einer Schlickkultur ausgebreiteten Bakterienkahnhaut ein zierliches Netz, oder sie krochen an der dem Lichte zugewendeten Seite des Gefässes umher. Wurde nun diese Kahnhaut von der Wand des Glashafens losgetrennt, so sank sie unter, während dies, falls die Oscillarien „Gasvakuolen“ enthielten, nicht hätte erfolgen dürfen. Ebenso stieg reines Material in Wasser niemals empor, sondern sank sofort zu Boden.

Sprach diese einfache Beobachtung zunächst schon gegen die Annahme, dass die Einschlüsse ein Schweben der Oscillarien ermöglichen könnten, so mehrten sich die Gegengründe durch den mikroskopischen Befund. Die in Rede stehenden Gebilde, welche verschiedene Grösse besaßen, waren rundlich, in selteneren Fällen oval; bei hoher Einstellung erschienen sie schwarz, bei mittlerer gelblich bis ziegelrot, mit einem starken schwarzen Rande, und bei tiefer Einstellung hellglänzend mit mattschwarzer Umrandung. Genau so ist aber auch das optische Verhalten der — fraglos als Schwefeltropfen anzusehenden — Einschlüsse in den *Beggiatoen*, speziell *Beggiatoa mirabilis*, die stets als Vergleichsobjekt herangezogen wurde.

Wie bei den *Beggiatoen* wechselt die Zahl der Einschlüsse innerhalb weiter Grenzen. Nicht selten findet man Oscillarienfäden, welche bei schwacher Vergrößerung geradezu schwarz erscheinen, weil sie mit den Einschlüssen vollgestopft sind. Andere Fäden dagegen enthalten nur eine mässige Zahl, darunter auch viele kleine, und noch andere nur sehr wenige Gebilde. Immer aber sind diese infolge ihres optischen Verhaltens leicht zu erkennen. Auch dann, wenn ein Faden nur wenige von diesen Einschlüssen birgt (diese sind dann meist sehr klein), finden sich fast stets einige Zellen, die auffallend grosse in ziemlicher Menge führen; bei schwacher Vergrößerung erweckt dies dann dem Beobachter den Eindruck, als hätten die Fäden schwarze Bänder. In nebenstehender Fig. 1 habe ich diese Verhältnisse durch die Zeichnung wiedergegeben: die meisten Zellen sind relativ arm an den fraglichen Einschlüssen, nur an einer Stelle fällt ein solcher Gürtel auf, und hier haben die Körnchen einen weit

1) Nach GOMONT's Monographie des Oscillariées (Annales des sciences naturelles, 7. série, t. XVI) liess sich die Art nicht genau ermitteln, doch gehören die Oscillarien der Abteilung Aequales der Gattung *Oscillatoria* an und stehen hier der *Oscillatoria tenuis* am nächsten; ihre Dicke beträgt 4–6 μ .

grösseren Durchmesser. — Makroskopisch erscheinen die Oscillarien infolge der Lichtbrechungsverhältnisse der Einschlüsse ebenso weiss wie die Beggiatoen.

Hinsichtlich ihres weiteren physikalischen Verhaltens ergab sich ebenfalls das Resultat, dass die Einschlüsse keine „Gasvakuolen“ sein können. Zerquetscht man nämlich genau in der Weise, wie es KLEBAHN¹⁾ angibt, die Oscillarien auf dem Objektträger durch kräftigen momentanen Druck, so verschwinden die Körnchen nicht, vielmehr treten sie nur aus dem Protoplasma, das zum Teil mit herausquillt, aus und bleiben in ihrer Form erhalten, oder sie werden breit gedrückt wie eine zähflüssige Masse. Dasselbe ist auch bei den Schwefeltropfen der Beggiatoen der Fall.

Chemisches Verhalten. Die rundlichen Gebilde sind unlöslich in schwachem, langsam löslich in 90prozentigem, schneller in abso-



Fig. 1.

Stück eines mit Schwefeltropfen erfüllten *Oscillaria*-Fadens.
Vergr. 950.

Fig. 2.



Schwefelkristalle auf einem *Oscillaria*-Faden, der zwei Tage in HNO_3 gelegen hatte. Vergr. 1200.

lutem Alkohol, ebenso in Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Hierbei ist jedoch die Beschränkung zu machen, dass ähnlich wie bei den Schwefeltropfen der Beggiatoen ein Rest derselben häufig ungelöst bleibt; bei in Alkohol konserviertem Material war dieser noch nach vier Monaten erkennbar. Sie sind ferner unlöslich in verdünnter Salzsäure, verdünnter Essigsäure, konzentrierter Pikrinsäure, in denen die „Gasvakuolen“ momentan verschwinden. Ebenso sind sie unlöslich in 1prozentiger Chromsäure, konzentrierter Schwefelsäure, verdünnter und konzentrierter Kalilauge, Glycerin und Salpetersäure.

Demnach stimmen die Eigenschaften dieser Gebilde in keinem wesentlichen Punkte mit denen der „Gasvakuolen“ resp. „Schwebekörper“ bei anderen Phycochromaceen überein, dagegen vollständig

1) l. c.

mit denen der Schwefeltropfen der *Beggiatoen*. Sie sind daher als Tropfen von zähflüssigem Schwefel anzusehen. Wie bei *Beggiatoa* kann man diesen Schwefel in die Kristallform überführen: in Glycerin z. B. kristallisiert er nach einiger Zeit aus, in konzentrierter Salpetersäure sogar schon nach einigen Stunden. In Fig. 2 sind einige Kristalle gezeichnet, welche sich auf einem *Oscillaria*-Faden gebildet hatten, nachdem dieser zwei Tage in Salpetersäure gelegen hatte. Wie die gleichzeitig mit entstandenen Kristalle bei *Beggiatoa mirabilis*, hatten sie ein schwärzlich-gelbes Aussehen und die aus der Zeichnung ersichtlichen, wohl monoklinen Formen.

Nach diesem Ergebnis lag nun die Vermutung nahe, dass diese Oscillarien sich auch physiologisch den Schwefelbakterien anschließen, d. h. Schwefelwasserstoff unter zeitweiliger Speicherung des Schwefels zu Schwefelsäure zu oxydieren imstande seien. Es wurden nun, um diese Frage zu prüfen, längere Zeit hindurch sowohl auf dem Objektträger, wie in kleinen flachen Schalen schwefelbeladene Oscillarien in filtriertem Seewasser kultiviert. In einigen Fällen war zweifellos eine Abnahme des Schwefels zu konstatieren: mit Schwefeltropfen erfüllte Fäden enthielten nach zwei Tagen nur noch geringe Spuren davon oder waren schwefelfrei. Andererseits verschwand in den meisten Kulturen der Schwefel aus den Fäden auch nicht nach mehreren Tagen, und wenn diese dann abstarben, so erfolgte es nicht aus Mangel an Schwefelwasserstoff, sondern wegen der ungünstigen Bedingungen einer Objektträgerkultur. Daraus geht hervor, dass die Oscillarien wohl nicht imstande sind, den Schwefel zu Schwefelsäure zu verbrennen. Denn die wenigen Fälle, in denen eine Abnahme des Schwefels festgestellt wurde, können dahin gedeutet werden, dass der Schwefel herausdiffundiert, da er nach BÜTSCHLI¹⁾ sich in Wasser langsam löst.

Um so auffälliger bleibt es nun aber, dass sich die Oscillarien mit Schwefel beladen. Eine Erklärung hierfür könnte man vielleicht in der Vermutung sehen, dass der Schwefel von den Oscillarien nicht durch aktive Tätigkeit aufgenommen, sondern dass er ihnen eingelagert worden sei. Der Schwefelwasserstoff nämlich, der in den Kulturen, in denen sie lebten, reichlich entwickelt wurde, oxydiert sich leicht zu Schwefel; da er auch in die Fäden eindringen wird, so wird er hier durch den bei der Assimilation frei werdenden Sauerstoff zu Schwefel verbrannt werden können. Eine Stütze fände diese Annahme daran, dass auch andere Organismen in solchen Kulturen zuweilen Schwefel enthalten können; so habe ich bei grünen Flagellaten gelegentlich Schwefeltropfen konstatiert, ja, auch im Innern

1) BÜTSCHLI, Untersuchungen über Mikrostrukturen des erstarrten Schwefels etc. Leipzig 1900.

von Pilzhyphen, die auf einer Thiosulfatgarkultur wuchsen, fand sich nach einer mündlichen Mittheilung des Herrn Dr. NATHANSOHN Schwefel. — Andererseits habe ich auf den zahlreichen Schlickkulturen, die ich in Kiel untersucht habe, niemals Schwefel im Innern der auf denselben lebenden Oscillarien beobachtet, und auch in Neapel nur in den Fäden einer Art — hier allerdings in fast allen Fäden —, während eine dickere Oscillarie (wohl *Oscillatoria nigro-viridis*) derselben Kultur sie nur sehr selten und dann nur in wenigen Zellen in geringer Zahl enthielt. Dies spricht dafür, dass der Schwefel doch wohl eine besondere Bedeutung für diese Oscillarien besitzt, zum mindesten jedoch dafür, dass sie durch eigentümliche Vorgänge in der Zelle Schwefel im Innern derselben ablagern können.

54. A. J. Nabokich: Über anaëroben Stoffwechsel von Samen in Salpeterlösungen.

Eingegangen am 27. Juli 1903.

Im Folgenden sollen einige Resultate von Untersuchungen mitgeteilt werden, die ich über den anaëroben Stoffwechsel bei höheren Pflanzen noch weiter anstellen werde, und zwar soll im Anschluss an meine früheren Mitteilungen hier nur über den Verlauf der intramolekularen Atmung von Erbsensamen in schwachen Lösungen von KNO_3 berichtet werden.

Die Untersuchung von Gärungserscheinungen in diesen Lösungen bietet insofern besonderes Interesse, als hierbei Salpetersäure zu salpetriger Säure reduziert wird, wie ich dies früher¹⁾ gezeigt habe. Man hat sich zu fragen, ob nun der Gärungsvorgang selbst bei diesen Reduktionserscheinungen Modifikationen in seinem Verlauf erleidet. Dies ist deshalb anzunehmen, weil die Samen in Salpeterlösung immer viel früher zu Grunde gehen als in Wasser oder Zuckerlösungen, wie dies für alle meine Kulturen festgestellt werden konnte. In der Literatur existieren hierüber fast keine Angaben, doch wurde die Frage schon von GODLEWSKI und POLZENIUSZ²⁾ in

1) Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. XIII, Heft 3, 1902: A. J. NABOKICH, Zur Physiologie des anaëroben Wachstums der höheren Pflanzen.

2) Über die intramolekulare Atmung. Bull. de l'Académie des sciences de Cracovie, Avril 1901, p. 252, 274.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1903

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Hinze Gustav

Artikel/Article: [Über Schwefeltropfen im Innern von Oscillarien 394-398](#)