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

Sammelreferate werden erbringen:

1. Herr Dr. Max Koernicke (Bonn): Über den heutigen Stand der pflanzlichen Zellforschung.
2. Herr Prof. Dr. M. Möbius (Frankfurt a. M.): Über die neueren Forschungen zur Algenkunde.

Berlin, im Juni 1903.

S. Schwendener,
z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Mitteilungen.

40. F. Brand: Über das osmotische Verhalten der Cyanophyceenzelle.

Eingegangen am 4. Juni 1903.

Ursprünglich hatte ich die Absicht, eine Publikation über verschiedene von mir studierte allgemeine Verhältnisse der Cyanophyceen so lange zu verschieben, bis ich in der Lage wäre, den ganzen Stoff im Zusammenhange darstellen zu können. Das für gewisse Themata erforderliche Material liess sich aber nicht immer beschaffen, und der Abschluss der Arbeit hätte sich vielleicht allzu lange verzögert. Eins dieser Kapitel, nämlich jenes über die sogenannten Gasvakuolen, kann auch zur Zeit recht wohl zurückgestellt bleiben. Abgesehen davon, dass ich in einer kurzen Mitteilung[1]) bereits auf die physikalische Unmöglichkeit solcher Organe hingewiesen habe, hat kürzlich Molisch[2]) — ohne Kenntnis von meinem Hinweise — denselben Gegenstand in einer sehr bemerkenswerten Abhandlung beleuchtet und hat sich, von der im Vordergrunde meiner Notiz stehenden Erwägung (Persistenz der roten Körper im Vakuum) ausgehend, gleichfalls gegen die Gashypothese erklärt, deren Unhaltbarkeit er dann noch durch eigene Untersuchungen nachweist.

1) Bemerkungen über Grenzzellen und über spontan rote Inhaltskörper der Cyanophyceen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 156.

2) H. Molisch, Die sogenannten Gasvakuolen und das Schweben gewisser Phycochromaceen. Bot. Zeit. 1903, I, S. 47ff.

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

Es wäre nun allerdings auch neben dieser Arbeit noch einiges zu bemerken; da ich aber hoffe, dass uns dieses Jahr endlich wieder einmal eine Wasserblüte und damit weitere Anhaltspunkte bringen werde, habe ich vorgezogen, einstweilen fünf andere Kapitel abzuschliessen, welche demnächst im Drucke erscheinen werden. Hier bringe ich in Kurzem die Resultate meiner Untersuchungen über ein weiteres Thema, welches sich in folgende Abschnitte gliedert:

1. Verhalten gegen plasmolysierende Lösungen.

Plasmolyse der Cyanophyceenzelle. — Über diese Frage liegen in der Literatur nur spärliche und sich widersprechende Angaben vor. Während z. B. BORZÌ[1]) jede Zurückziehung des Plasmas durch zusammenziehende Mittel („qualsiasi mezzo contraente del plasma") leugnet, gibt FISCHER[2]) ganz allgemein an, dass der Inhalt der Cyanophyceenzelle sich in 5prozentiger Salpeterlösung allseitig von der Wand zurückziehe, und zwar unter allen Erscheinungen einer echten Plasmolyse.

Meine eigenen Beobachtungen haben nun ergeben, dass die Plasmolyse der Cyanophyceen nicht vollständig mit jener der chlorophyllgrünen Pflanzen übereinstimmt. Der Mangel an grösseren Safträumen lässt das eigentlich von vornherein erwarten, und nebstdem deuten die Erscheinungen auf eine grössere Elastizität der Cyanophyceenmembran und auf eine festere Verbindung zwischen ihr und dem Plasma. Eine so vollständige Ablösung des letzeren, wie solche an Grünalgen leicht erzielt werden kann, kommt bei den Cyanophyceen nur an besonders günstigen Objekten vor, wobei sowohl die Art der Pflanze, als ihr jeweiliger Zustand in Betracht kommen. In der Mehrzahl der Fälle folgt die Membran auf grössere oder kleinere Strecken dem sich kontrahierenden Plasma, und es findet oft nur an ganz kleinen, vereinzelten Stellen Ablösung statt, was jedoch nach FISCHER[3]) zur Konstatierung einer Plasmolyse (bei Bakterien) genügt. In der Tat verläuft nicht nur in solchen Fällen, sondern auch bei ganz fehlender Abhebung der Membran die Kontraktion ohne jede Schädigung der Zelle, so dass alle diese Fälle in gewissem Sinne physiologisch gleichwertig zu sein scheinen.

Besonders schwer ist die Abhebung der Membran an den in dichte Gallerte eingehüllten Nostoc- und Chroococcaceen-Arten zu

1) A. BORZÌ, Le communicazioni intracellulari delle Nostochinee. Malpighia 1886, a. I, Fasc. 2, p. 28.

2) A. FISCHER, Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena 1897, S. 25.

3) A. FISCHER, Die Empfindlichkeit der Bakterienzelle und das baktericide Serum. Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankh. 1900, Bd. 35, S. 51.

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

erzielen; dass ich sie bei *Gloeocapsa alpina* überhaupt nicht erzwingen konnte, habe ich schon früher[1]) angegeben. Dagegen kontrahierte sich an ungefärbten Kolonien dieser Alge auch die Gallerte. Der Durchmesser einer solchen Kolonie verkürzte sich z. B. in 5prozentiger Salpeterlösung von 142 μ auf 125 μ.

Bei derartigen Formen entstehen aber leicht Täuschungen durch die geschichtete Gallerte. So hatte es bei *Gloeothece rupestris* zuweilen den Anschein, als ob der geschrumpfte Zellinhalt von einer lose abstehenden Membran umgeben sei. In einer zweizelligen Familie war zufällig nur die eine Zelle kontrahiert. Vergleichende Zählung der Hüllschichten beider Schwesterzellen zeigte dann, dass die scheinbare Zellhaut in der Tat nur eine Schicht der Gallerthülle repräsentiert; nach Rückgang der Zellkontraktion blieb der fragliche Hof auch bestehen, so dass der letzte Zweifel gehoben war.

Auch solche Arten, welche nicht in Gallerte eingeschlossen sind, reagieren weniger oder gar nicht auf Salzlösungen, wenn sie durch Kultur, künstliche Färbung etc. geschädigt sind, wobei sie ein ganz normales Aussehen besitzen können.

Nebstdem bedürfen die Cyanophyceen zur Erzielung osmotischer Wirkungen öfters stärkerer Konzentration der Lösung und vertragen eine viel stärkere als die Grünalgen. *Tolypothrix penicillata* reagierte in einem Falle auf 5prozentige Salpeterlösung kaum und kontrahierte sich erst in 20 pCt. kräftig. *Phormidium uncinatum* nahm nach einer gegen 15 Minuten währenden Einwirkung von 20prozentiger, schliesslich fast konzentrierter Salpeterlösung und nachfolgender Aussüssung seine aktiven Bewegungen wieder auf. Nach etwa 20stündigem Aufenthalte in nur 5prozentiger Lösung von Kalisalpeter zerfiel aber auch diese Alge.

Während bei der Plasmolyse der Grünalgen nach Reinhardt[2]) die Fäden nur wenig oder gar nicht verkürzt werden, kann diese Verkürzung bei den Cyanophyceen sehr bedeutend sein. Ein 125 μ langes Fadenstück verkürzt sich z. B. in 5 pCt. Salpeter bis auf 91 μ, und zwar ohne sehr ausgesprochene Plasmolyse; ein anderes Stück ging in 20prozentiger Lösung von 250 μ auf 177 μ zurück.

Spontaner Rückgang der Plasmolyse. — Anfänglich war man der Meinung, dass die normale Plasmolyse ohne Auswaschung des Salzes konstant bleibe, und de Vries[3]) fasste den spontanen Rückgang als eine Eventualität seiner „abnormalen“ Plasmolyse auf. Später zeigte sich aber, dass bei verschiedenen Pflanzen ein solcher

---

1) Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina*. Bot. Centralbl. 1900, Bd. 83, S. 228.

2) M. O. Reinhardt, Plasmolytische Studien. Bot. Untersuch. Schwendener dargebracht, 1899, S. 439—440.

3) H. de Vries, Zur plasmolytischen Methodik. Bot. Zeit. 1884, Bd. 42, S. 297.

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

Rückgang auch normalerweise eintreten könne, und FISCHER[1]) wies nach, dass er bei Bakterien regelmässig sehr schnell stattfinde, sowie in einer späteren Arbeit[2]), dass bei den Cyanophyceen ein ähnlicher Fall vorliege. Eine vereinzelte diesbezügliche Beobachtung hatte schon früher SAUVAGEAU[3]) gemacht, indem er mitteilt, dass nach Zusatz eines Tropfens verdünnten Glycerins der Inhalt in den Dauerzellen von *Nostoc punctiforme* sich zusammenziehe, dass diese Zellen aber allmählich wieder ihr früheres Aussehen erlangten.

Bei den von mir mit verschiedenen Gattungen angestellten Versuchen zeigt sich ebenfalls immer ein rascher Rückgang; so trat derselbe z. B. an *Phormidium uncinatum* in 20prozentiger Glycerinlösung schon nach $^1/_2$ Minute ein, in 5prozentiger Salpeterlösung nach 5 Minuten. Ähnliche Resultate erhielt ich auch mit *Oscillaria*-, *Tolypothrix*- und *Nodularia*-Arten. Bei einem *Chroococcus* hielt in 5 pCt. Salpeter die Plasmolyse 12 Minuten an.

2. Verhalten gegen reines Glycerin, Glycerinsättigung.

Lässt man zu scheidenlosen Oscillariaceen unverdünntes Glycerin rasch zufliessen, so verkürzen sie sich sofort und verkrümmen sich dann energisch, welche letztere Erscheinung ich bei Anwendung von Salzlösungen nicht bemerkt hatte. Zugleich mit der Krümmung der Fäden tritt mehr oder weniger deutliche Plasmolyse der Zellen ein. Schon nach etwa $^1/_2$ Minute beginnen die Fäden sich aber wieder zu strecken und die Plasmolyse wird allmählich rückgängig, bis nach etwa $^1/_2$ Stunde der frühere Zustand der Alge wieder hergestellt zu sein scheint; nur die körnigen Inhaltsbestandteile sind dann weniger deutlich, die ursprüngliche Länge der Fäden ist in mehreren genau gemessenen Fällen nicht vollständig wieder erreicht worden, und die Alge schien leblos zu sein.

Die übrigen Cyanophyceen verhalten sich in bezug auf Eintritt und Rückgang der Plasmolyse gegen reines Glycerin ähnlich wie gegen kräftige Salzlösungen, nur scheinen die Reaktionen sicherer und kräftiger einzutreten wie in letzteren Medien. Auch die Gallerte von *Gloeocapsa* kontrahiert sich ähnlich wie in Lösungen.

Die Rekonstruktion tritt auch dann ein, wenn man die höchstmöglich plasmolysierten bezw. kontrahierten Algen schnell in frisches reines Glycerin versetzt, so dass auch jene geringe Quantität von Wasser, welche das Medium noch enthielt, in Wegfall kommt. Es

1) A. FISCHER, Untersuchungen über Bakterien. Jahrb. für wiss. Botanik 1895, Bd. 27, S. 8.

2) A. FISCHER, l. c. 1897, S. 25.

3) C. SAUVAGEAU, Sur l'état coccoïde d'un *Nostoc*. Comptes rendus 1892, 115a, S. 323–324.

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

ist demnach die Cyanophyceenzelle befähigt, ihr Zellwasser durch reines Glycerin zu ersetzen, und ich möchte diesen Vorgang als „Glycerinsättigung“ bezeichnen.

Hier ist nun zweierlei bemerkenswert: zunächst der Umstand, dass das Glycerin eine Doppelrolle spielt. Anfänglich agiert es als osmotischer Stoff, welcher der Zelle das Wasser entzieht, und nach Entwässerung der Zelle verhält es sich wie Wasser, welches von den osmotischen Stoffen des Zellinhaltes angezogen wird.

Nicht weniger auffallend ist wohl das zweite Ergebnis, dass nämlich die Cyanophyceenzellen nicht, wie in chlorophyllgrünen Zellen, durch das Glycerin schnell getötet werden, sondern dass sie diesen Stoff eine Zeit lang in ihrem Innern ohne Nachteil ertragen, wie folgendes Beispiel zeigen möge. Eine kleine Probe von *Phormidium* wurde in ein mit reinem Glycerin gefülltes Uhrschälchen gebracht. Nach Ablauf einer Stunde wurde mittels eines dünnen, heberartig wirkenden Fadens Sumpfwasser zugeleitet und der Überschuss an Flüssigkeit zeitweise aus dem Schälchen entfernt. Am nächsten Morgen fand sich die Alge lebend und in vollständig normaler Verfassung vor; auch die Körner ihres Inhaltes waren wieder deutlich geworden und ihre gewöhnlichen aktiven Bewegungen waren sogar besonders lebhaft. Nach längerer, etwa 15 Stunden währender Glycerinsättigung war an derselben Alge jedoch kein Lebenszeichen mehr zu bemerken.

Die Veröffentlichung dieser und der nächstfolgenden Erfahrungen glaubte ich nicht länger verschieben zu sollen, weil mit reinem Glycerin noch wenig experimentiert worden zu sein scheint und doch von diesem Verfahren wohl nach mehreren Richtungen Aufschlüsse zu hoffen sind.

3. Plasmoptyse.

Ein ganz anderes Ergebnis als die bisher geschilderten resultiert, wenn wir etwa $^1/_2$ Minute nach Beginn der Glycerinwirkung, also zu einer Zeit, wo die Zellen eben entwässert sind, das Glycerin, in welchem sie liegen, rasch durch Wasser ersetzen. Nun strecken sich die verbogenen Fäden fast momentan und verlängern sich über die Norm. Viele Zellen des Fadens, entweder einzeln oder zu Gruppen vereinigt, entfärben sich, und ein Teil derselben platzt mit einem den ganzen Faden erschütternden Rucke. In einem genau gemessenen Falle erreichte ein ursprünglich 291 μ langes Stück von *Phormidium*, welches sich im Glycerin auf 274 μ verkürzt hatte, nach Wasserzusatz eine Länge von 296 μ. Nach dem Bersten der ersten Zellen verkürzte es sich wieder auf seine ursprüngliche Länge, begann sich dann neuerdings zu strecken, um sich nach dem Platzen weiterer

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

Zellen wieder zu verkürzen, und dieser durch die Zellsprengung veranlasste Wechsel zwischen Verlängerung und Verkürzung wiederholt sich noch mehrmals. Den Inhalt der geplatzten *Phormidium*-Zellen sieht man bisweilen neben der leeren Membran, deren Rissstelle übrigens nur selten kenntlich ist, als gelbliche körnige Masse liegen.

Ähnliche Resultate bezüglich der Zellsprengung erhielt ich auch bei Angehörigen verschiedener anderer Gattungen; nur bei *Gloeocapsa* und *Gloeothece* war dieser Vorgang auf keine Weise zu erzielen. Hier verhindert wohl die dichte Gallerte das hinreichend schnelle Eindringen des Wassers. An *Nostoc commune* erhielt ich durch das beschriebene Verfahren einerseits eigentümliche, sprossähnliche Auftreibungen der vegetativen Zellen und Sprengungen dieser und der Dauerzellen, so dass oft einzelne Zellen in körnig-gelatinöse Massen eingehüllt waren, andererseits jene schlauch- und fadenförmigen Gestalten, welche BORZÌ[1]) von *Nostoc ellipsosporum* beschreibt und abbildet, sowie auch Gebilde von zugespitzt birnförmigem Aussehen, ähnlich den Protoplasmatropfen, welche FISCHER[2]) durch „Plamoptyse" aus *Bacillus anthracis* austreten sah.

Nach Vorbehandlung mit plasmolysierenden Lösungen habe ich an Cyanophyceenzellen bisher noch keine osmotische Sprengung herbeiführen können, sondern nur nach der Einwirkung von reinem Glycerin. Hier sah ich aber den Vorgang nicht nur in dem oben erwähnten Zeitpunkte, nämlich unmittelbar nach der plasmolytischen Kontraktion eintreten, sondern bisweilen auch dann, wenn die Alge erst mehrere Stunden nach der Glycerinsättigung in Wasser übertragen wurde.

Waren die Zellen zuvor mit Methylenblau lebend gefärbt oder in anderer Weise leicht geschädigt, so trat in Glycerin wohl Plasmolyse ein, Zellsprengung war aber nicht mehr zu erzielen. Es scheint somit das osmotische Platzen der Zellen nur an gesunden Exemplaren einzutreten und uns den vitalen Zustand derselben noch genauer anzuzeigen als die Plasmolyse.

Dass Grünalgen durch plötzliche Verdünnung des Mediums geschädigt werden können, haben schon NOLL und OLTMANNS gezeigt. FISCHER (l. c. S. 23) hat diesen Vorgang an Bakterien studiert und für den Austritt von Protoplasma durch Einwirkung osmotischer Kräfte den Ausdruck „Plasmoptyse" vorgeschlagen, „weil bei allen geisseltragenden Bakterien das Protoplasma hervorgetrieben werden kann, ohne dass die Membran gewaltsam zersprengt wird". Die gleiche Bezeichnung wendet dieser Autor jedoch auch bei geissellosen Bakterien an, bei welchen die Membran wirklich gesprengt wird.

1) A. BORZÌ, l. c. 1886, S. 9, 10 und 16, Taf. III, Fig. 1.
2) FISCHER, l. c. 1900, Taf. I, Fig. 14.

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

Auch bei den Cyanophyceen ist die Plasmoptyse wohl in diesem Doppelsinne aufzufassen, da auch hier nicht nur Zellsprengungen vorkommen, sondern bei gewissen Arten, wie z. B. bei *Nostoc commune*, das Protoplasma auch durch die Pori der Plasmodesmen hervorzudringen scheint.

Aber nicht nur in einem flüssigen Medium befindliche lebende Pflanzenzellen können durch Wasserzusatz osmotisch zerstört werden, sondern es kann dieser Effekt in gewissen Fällen auch vom ganz oder halb trockenen Zustande der Zellen aus in gleicher Weise hervorgerufen werden. Lidforss[1]) hat gefunden, dass viele Pollenkörner platzen, wenn sie in Wasser gebracht werden. Einen ähnlichen Vorgang habe ich nun an *Nostoc commune* beobachtet.

In einer früheren Mitteilung[2]) über diese Alge habe ich bereits angeführt, dass sich in ihrem Lager auffallend vulnerable Zellen gefunden hätten. Diese Zellen lagen, wie ich jetzt ergänzend bemerken will, ausschliesslich in den äussersten zähen und gelb gefärbten Schichten solcher Kolonien, welche erheblich eingetrocknet waren. Ursprünglich war ich der Meinung, dass es sich hier um besonders zarte Gebilde handle und dass ihre so oft zu beobachtende Zerstörung durch mechanischen Druck beim Präparieren künstlich erzeugt sei. In letzterer Annahme wurde ich durch die Angaben von Borzì (l. c.) bestärkt, welcher die erwähnten Deformierungen von *Nostoc ellipsosporum* durch starke Quetschung des Präparates erhalten zu haben glaubt. Wohl war mir auffallend, dass es an Proben solcher Algen, welche bei normaler Feuchtigkeit vegetiert hatten, durch einen zwischen zwei Objektträgern selbst bis zum Zerspringen derselben gesteigerten Druck niemals gelang, die Zellen zu deformieren, aber eine entscheidende Aufklärung brachten erst meine Versuche über Glycerinwirkung. Es zeigte sich nämlich, dass Deformierung und Zerstörung der Zellen zunächst nicht eintrat, wenn das halb trockene Material ganz ohne Wasser in reinem Glycerin gequetscht wurde, dass diese Erscheinungen aber sofort auftraten, wenn nach der Quetschung Wasser zugesetzt oder wenn die Operation gleich in Wasser vorgenommen wurde. Lässt man trockene oder halb trockene *Nostoc*-Kolonien vor der Untersuchung ohne Störung der Kontinuität ihrer Gallerte 12—24 Stunden in Wasser liegen, so dass die Zellen ihren Bedarf an Wasser nur durch Vermittelung der Gallerthülle allmählich decken können, dann werden die Zellen auch durch Zerdrücken des Präparates in Wasser nicht verändert.

Es sind also die von Borzì und mir beobachteten Deformierungen der *Nostoc*-Zellen nicht Folgezustände eines äusseren Druckes, son-

---

1) B. Lidforss, Zur Biologie des Pollens. Jahrb. für wissensch. Bot. 29 und 34.

2) Bemerkungen über Grenzzellen und über spontan rote Inhaltskörper der Cyanophyceen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 153.

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

dern vielmehr ein Erzeugnis des durch allzu rasche Wasseraufnahme bis zur Plasmoptyse gesteigerten osmotischen Innendruckes, und die mechanische Quetschung kommt nur soweit in Frage, als durch dieselbe die Gallertschichten der Alge, welche unter natürlichen Verhältnissen die Einwirkung des Wassers verlangsamen, gelockert werden können.

41. G. Hinze: Thiophysa volutans, ein neues Schwefelbakterium.

Mit Tafel XV.

Eingegangen am 12. Juni 1903.

Durch die jüngst veröffentlichten Untersuchungen NATHANSOHN's[1]) ist unsere Kenntnis von den Schwefelbakterien um eine neue Gruppe bereichert worden, welche sich in ihrem Stoffwechsel von den zuerst durch WINOGRADSKY[2]) eingehend erforschten Beggiatoen unterscheidet. Während ferner, um speziell einen morphologischen Unterschied hervorzuheben, die NATHANSOHN'schen Schwefelbakterien innerhalb der Zellen niemals Schwefel enthalten, führen die bis dahin bekannt gewesenen farblosen und roten Schwefelbakterien intracellular Schwefeltropfen in mehr oder weniger grosser Zahl. Der Untergruppe der farblosen Schwefelbakterien, in die *Beggiatoa*, *Thiothrix* und *Monas Mülleri* Warm. gehören, reiht sich nun ein neues farbloses Schwefelbakterium an, auf das mich Herr Dr. NATHANSOHN in Neapel freundlichst aufmerksam machte.

Bevor ich über meine Beobachtungen an diesem Bakterium berichte, erfülle ich auch an dieser Stelle die angenehme Pflicht, dem akademischen Konsistorium der Universität Kiel, das mir durch ein Reisestipendium den Aufenthalt in der zoologischen Station zu Neapel ermöglichte, sowie der Königl. Preussischen Regierung, welche mir daselbst einen Arbeitsplatz zur Verfügung stellte, meinen besten Dank auszusprechen.

Unterhalb des in der Nähe von Castellamare am Golf von Neapel liegenden Klosters S. M. a Pozzano treten submarine Schwefelquellen hervor[3]). Der Boden des dort flachen Meeres wird von

1) NATHANSOHN, Über eine neue Gruppe von Schwefelbakterien und ihren Stoffwechsel. Mitteilungen aus der zoolog. Station zu Neapel. 15. Bd. 4. Heft. 1902.

2) WINOGRADSKY, Über Schwefelbakterien. Botan. Zeitung 1887.

3) Vergl. DEECKE, Geologischer Führer durch Campanien. Berlin 1901, S. 191.

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): Brand Friedrich

Artikel/Article: Über das osmotische Verhalten der Cyanophyceenzelle. 302-309