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

langen schmalen, oft einseitig etwas verdünnten Konidien ab. Ich stelle sie daher zu *Cercosporella* als *Cercosporella aronicicola*. Sie gehört sicher zu einem von *Mycosphaerella Aronici* verschiedenen Askomyceten.

Ausserdem fand ich am Bärenhorn in Safien (Graubünden), 2700 *m* ü. M. auf *Aronicum Clusii*, das nicht fusicladiumkrank war, eine weitere *Phyllosticta*-Form. Die zahlreichen, auf rotbraunen Blattflecken herdenweise zusammenstehenden Pykniden von 70—100 μ Durchmesser werden von einem farblosen Mycel gebildet, das auch in der Pyknidenwand nur schwach gelblich sich färbt. Im Innern dieser Pykniden werden die farblosen, kleinen, 4—5 μ langen und 1 μ dicken Konidien gebildet. Diese *Phyllosticta* ist von *Phyllosticta Aronici* ganz verschieden durch ihr farbloses Mycel, welches das Blattgewebe nicht mumifiziert, und durch die Form und Grösse der Konidien, die ich bei *Phyllosticta Aronici* entsprechend den Angaben FUCKEL's und SACCARDO's $7^1/_2$—9 μ lang und $2^1/_2$—3 μ dick fand. Sie gehört in die Verwandtschaft der *Phyllosticta Arnicae* (Fuck.) Allesch. Mit ihr fand ich zahlreiche, etwas grössere (Durchmesser 100—150 μ) unreife Perithecien, deren schwach gelbliche Wand nur am Scheitel dunkel gefärbt war.

Erklärung der Abbildungen.

I. *Taphrina rhaetica* Volkart. Fig. 1 subepidermales Mycel, Vergr. 500. — Fig. 2 Hymenium von askogenen Zellen (a), Vergr. 500. — Fig. 3 Hymenium mit Schläuchen, Vergr. 500.

II. *Mycosphaerella Aronici* (Fuck.) Volkart. Fig. 4 Perithecium. Vergr. 400. — Fig. 5 keimende Askosporen, Vergr. 500. — Fig. 6 Konidie (c) aus Gelatineplattenkulturen, Vergr. 500.

III. *Cercosporella aronicicola* Volkart. Fig. 7 Konidienträgerbüschel, Vergr. 400. — Fig. 8 einzelne Konidien und Enden der Konidienträger, Vergr. 500.

65. J. Reinke: Symbiose von Volvox und Azotobacter.

(Aus den Arbeiten des Botanischen Instituts in Kiel mitgeteilt).

Eingegangen am 27. Oktober 1903.

Nachdem Herr KEUTNER im Laufe seiner Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterien des Meeres[1]) gefunden hatte, dass die

1) Vergl. BENECKE und KEUTNER, Über stickstoffbindende Bakterien aus der Ostsee, Heft 6 dieser Berichte: und REINKE, Die zur Ernährung der Meeresorganismen disponiblen Quellen an Stickstoff, Heft 7 dieser Berichte.

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

von ihm durch Einsetzen von Stücken in Nährlösung untersuchten Algen der Ostsee ausnahmslos an ihrer Oberfläche mit Azotobacter behaftet waren, ergab sich die Perspektive, dass analog der Symbiose von Bakterien und Leguminosen die Meeresalgen, sowohl die festsitzenden als auch besonders die des Planktons, in ihrer Symbiose mit Azotobacter gewissermassen ein Organ zur Assimilation des im Meerwasser in unbegrenzter Menge absorbierten elementaren Stickstoffs besitzen. Wenn zunächst direkt auch nur gezeigt werden kann, dass die Zellen des Azotobacter den elementaren Stickstoff assimilieren, ihn zur Synthese von Eiweisskörpern verwenden, so ist damit unbedingt auch die Möglichkeit gegeben, dass jene Bakterien von den durch sie gebildeten Stickstoffassimilaten an ihr Substrat, an die Algen, abgeben, in deren Oberfläche sie, wie ich mir vorstelle, so fest eingenistet sind, dass ein Zellenverband von gewebeähnlicher Innigkeit entsteht; und der Folgerung wird sich schwerlich jemand entziehen können, dass in der bezeichneten Tätigkeit der Stickstoffbakterien die Hauptquelle des assimilierten Stickstoffs zu suchen ist, die in der Flora und Fauna des Meeres in ungeheuren Massen sich angehäuft findet.

Schon in meiner Notiz über die Stickstoffquellen der Meeresorganismen wies ich zum Schluss darauf hin, dass Stickstoffbakterien auch an der Oberfläche von Süsswasseralgen vorkommen könnten, womit ich andeuten wollte, dass sie dort eine entsprechende Aufgabe der Stickstoffassimilation erfüllen dürften, wie bei den Meeresalgen. Im Verfolg jenes Gedankens veranlasste ich[1]) Herrn Keutner, eine Anzahl von Untersuchungen an Planktonalgen des süssen Wassers auszuführen.

Herr Keutner setzte im August d. J. eine grössere Anzahl von Kulturen an mit Proben von gemischtem Süsswasserplankton, das er im Lankener See bei Preetz gefischt hatte. Ausserdem wurden gleichzeitig aus dem Teiche des hiesigen botanischen Gartens eine *Spirogyra* und *Volvox Globator* in Kultur genommen. Die Kulturen blieben während der Universitätsferien sich selbst überlassen. Nach Ablauf derselben, im Oktober, zeigten sämtliche Kulturen ausnahmslos eine starke Entwicklung von Azotobacter und ergaben für die benutzten 200 *ccm* stickstofffreier Nährlösung einen ansehnlichen Erwerb an gebundenem Stickstoff, im Durchschnitt etwa 1 *mg*. Von diesen Kulturen sei als Beispiel eine einzige, die mit *Volvox Globator* angestellte, etwas näher ins Auge gefasst.

1) Die täglichen Arbeiten der selbständigen Praktikanten des botanischen Instituts werden von Herrn Prof. Benecke und mir in Gemeinschaft geleitet. Es ergibt sich daraus von selbst, dass bald mehr der anregende Einfluss des einen, bald der des andern von uns auf die Praktikanten hervortritt.

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

Die mit dem Teichwasser geschöpften reinen Kugeln von *Volvox* wurden auf dem Filter durch Auswaschen mit Leitungswasser sorgfältig von Resten des Teichwassers befreit, dann wurde eine einzige Kugel mittels eines sterilisierten Platindrahtes in die sterilisierte Nährlösung eines Erlenmeyerkolbens übertragen. Die Nährlösung enthielt auf 200 *ccm* Wasser an Nährstoffen: 4,0 Mannit, 0,1 Kaliumphosphat, 0,05 Magnesiumphosphat, 0,3 Calciumkarbonat. In der Lösung ergab sich nach ungefähr zehnwöchentlichem Stehen unter reichlicher Entwicklung von Azotobacter ein Gewinn von 11,6 *mg* an gebundenem Stickstoff, der nur auf die Assimilation des im Wasser absorbierten Luftstickstoffs zurückgeführt werden kann.

Die Infektion der Lösung mit Azotobacter ward nur dadurch möglich, dass an der Oberfläche der *Volvox*-Kugeln haftende Zellen desselben in die Nährlösung gelangten. Vorher hatten diese Bakterien ihren Nährboden, d. h. die für sie erforderlichen Nährstoffe, insbesondere ein Kohlenhydrat oder Mannit, auf den *Volvox*-Kugeln gefunden. Hier entwickelte sich zweifelsohne eine Symbiose von der Art, dass Azotobacter durch die grünen Zellen des *Volvox* mit Kohlenstoff in organischer Form versehen wurde und mutmasslich dafür an seinen Wirt Stickstoff in gebundener Form abgab. Nach dieser Auffassung wäre die Bedeutung des Azotobacter die gleiche für die Stickstoffernährung der Süsswasserorganismen wie für diejenige der Pflanzen und Tiere des Meeres.

Ich bin überzeugt, dass die Hypothese, der in den Pflanzen und Tieren des Ozeans wie der süssen Gewässer gegebene Vorrat von Stickstoff in Gestalt von Eiweiss werde ganz überwiegend durch die Tätigkeit von Bakterien aus dem Luftstickstoff gewonnen, vor jeder anderen Hypothese der Stickstoffernährung der Wasserorganismen den Vorzug verdient.

Nach einer mir soeben durch das Botanische Zentralblatt Nr. 41 bekannt gewordenen Arbeit von GERLACH und VOGEL[1]) besitzt Azotobacter eine Eigenschaft, die ihn als vorzüglichen Stickstoffsammler erscheinen lässt und ihn dadurch auch besonders zum symbiotischen Stickstoffassimilator für andere Pflanzen qualifiziert, das ist der verhältnismässig hohe Stickstoffgehalt seiner Trockensubstanz. Nach den genannten Autoren beträgt derselbe 10 bis 12 pCt. Ich erblicke darin eine wichtige Stütze meiner Hypothese.

1) Im Zentralblatt für Bakteriologie. Abt. II, Bd X, Nr. 20/21.

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): Reinke (Reincke) Johannes

Artikel/Article: Symbiose von Volvox und Azotobacter. 481-483