

Anschliessend noch eine Bemerkung über die Keimung von *Thesium*. Die Keimpflanze ist durch eine von IRMISCH<sup>1)</sup> gegebene, von Abbildungen begleitete Mittheilung bekannt geworden. In künstlicher Cultur aber scheint *Thesium* nie gezogen worden zu sein. Meine diesbezüglichen Versuche reichen nahezu an den Beginn meiner Parasiten-Studien, bis in's Jahr 1895 zurück. Jahr für Jahr wurden Aussaaten gemacht — stets ohne Erfolg, erst 1899 wurde ein solcher erzielt. Da vielleicht manchen die Aufzucht von Thesien wünschenswerth sein möchte, theile ich mit, dass es nothwendig ist, die Früchtchen sofort nach ihrer Reife in den Boden zu bringen. So behandelte, im Sommer 1898 ausgesäete Früchtchen von *Thesium alpinum* ergaben im laufenden Jahre einen reichen Ertrag von Keimlingen, während nur 14 Tage trocken gelegte Früchtchen von *Thesium rostratum* nicht einen einzigen Keimling lieferten. Auch *Osyris* keimt weitaus am besten unter gleichen Verhältnissen, wenn auch hier und da selbst aus länger trocken gelegenen Früchten ein vereinzelter Keimling aufgeht.

Innsbruck, im September 1899.

## 5. R. Kolkwitz: Beiträge zur Biologie der Florideen (Assimilation, Stärkeumsatz und Athmung).

Eingegangen am 26. September 1899.

Während der Monate August und September dieses Jahres beschäftigte ich mich auf Helgoland mit dem Studium einiger anatomischer und physiologischer Fragen über Florideen. Die Resultate dieser Untersuchungen werden in den „Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen, Abth. Helgoland,“ erscheinen. Da diese Zeitschrift aber wenig verbreitet ist, möchte ich das zusammenfassende Ergebniss, das man sonst am Ende der Arbeit beizufügen pflegt, sozusagen los-trennen und als Vorbericht in den Verhandlungen dieser Gesellschaft veröffentlichen.

Es ist hinlänglich bekannt, dass bis heute über die Natur der Stärkekörner bei den Florideen in der Litteratur recht verschiedene

1) Flora, 1853, S. 522. Kurze botanische Mittheilungen. 2. Keimpflanzen von *Thesium montanum*.

Ansichten bestehen und dass diese in der abweichenden Jodreaction dieser Stärkekörner ihren sehr begreiflichen Grund haben.

Suchen wir in der botanischen Litteratur nach Arbeiten, welche sich mit dem Schicksal dieser Stärke beschäftigen, so bleiben wir gänzlich ohne Antwort, denn nur hier und da stossen wir auf gelegentliche Angaben, z. B. über Reservestärke, deren Verwendung aber nicht untersucht wird, ja, wir finden auch die Behauptung, dass der Stoffwechsel bei den rothen Meeresalgen ganz anders als bei den höheren Pflanzen verlaufe.

In Anbetracht dieser auffallenden Lücke in einer so fundamentalen Frage stellte ich mir die Aufgabe, diese Verhältnisse einem näheren Studium zu unterziehen. Es ergab sich dabei, dass die Stärke der Florideen physiologisch genau dieselbe Rolle spielt wie bei den höheren Pflanzen.

Ein vorzügliches Mittel, auch kleinere Mengen von Stärke in den meist plasmareichen, jüngeren Zellen der Florideen zu erkennen, bot die bekannte und sehr bequeme Chloralhydrat-Jod-Methode, die stets eine Blau- bis Rothviolettffärbung der gequollenen Stärke ergab. Hierbei ist zu bemerken, dass die Differenz in den Farbensnuancen der verschiedenen Stärkesorten höherer Pflanzen grösser ist als bei den Florideen. Es wurden zahlreiche helgoländer Florideen aus den verschiedensten Familien untersucht und, ganz im Gegensatz zu den verschiedenen Angaben in der botanischen Litteratur, unter diesen keine einzige gefunden, welche stärkefrei gewesen wäre. Demnach ist das Fehlen von Stärke bei den Florideen sicher eine Seltenheit, wenn es überhaupt vorkommt.

Ich begann bei meinen Studien naturgemäss mit Verdunkelungsversuchen, um die Stärke zum Verschwinden zu bringen, ohne indessen zu meiner Verwunderung irgend ein Resultat zu erzielen. Wodurch sich diese anfänglichen Misserfolge erklären, soll später noch des Näheren auseinandergesetzt werden.

Da auf diese Weise der Frage nicht beizukommen war, versuchte ich es, das Schicksal der Stärke während der ganzen Entwicklung einer Floridee zu verfolgen. Dieser Weg der Untersuchung erwies sich als recht erfolgreich, wobei mir besonders das von meinem Collegen Dr. KUCKUCK angelegte Jahreszeitenherbar der Biologischen Anstalt zu Statten kam.

Als vorzüglichstes Object nahm ich in erster Linie *Delesseria sanguinea* in Angriff. Bei dieser mehrjährigen Floridee stellt die Mittelrippe ein unzweifelhaftes Speicherorgan für den Ueberwinterungszustand dar. Wenn im Frühjahr aus diesem sozusagen physiologischen Rhizom neue Spreiten austreiben, entleert sich die alte Rippe und fördert durch die Abgabe ihrer Stärke die Entwicklung dieser neu ausschlagenden Flachsprosse. Kommt dann der August, so zerfetzen

diese nun ausgewachsenen Sommerspreiten, und wir finden jetzt die neuen Mittelrippen, welche während der Entwicklung der Spreiten arm an Stärke waren, dick damit vollgepfropft. Aehnliches lässt sich beim Reifen der Fortpflanzungsorgane, also der Tetrasporangien, Cystocarpien (und Antheridien) beobachten. Es lässt sich Schritt für Schritt zeigen, dass in dem Maasse, als diese Organe während des Winters reifen, aus den Wänden der die Sporen bergenden Organe die Stärke verschwindet, um, wie wohl mit Recht zu vermuthen ist, in die Fortpflanzungszellen, d. h. Tetrasporen und Carposporen, einzuwandern. Die reifen männlichen Organe (Spermatien) dagegen erwiesen sich bei allen von mir untersuchten Gattungen als vollkommen stärkefrei.

Genügten eigentlich schon diese anatomischen Befunde, um den Nachweis zu führen, dass die Stärke wirklich abgeleitet wird, was wegen des fast allenthalben zu beobachtenden Vorhandenseins von Chromatophoren keineswegs selbstverständlich erscheint, so geht diese Thatsache noch viel schlagender daraus hervor, dass bei *Delesseria alata*, wenn die Mittelrippe eines Sprosses von kleinen Thieren durchbissen ist, oberhalb der Verwundungsstelle sich Stärke anhäuft.

Bei *Delesseria sanguinea* findet sich kleinkörnige Assimilations- (und transitorische?) Stärke in den Spreiten und grosskörnige Reservestärke in den dicken Mittelrippen.

Ein ähnlicher Gegensatz zwischen klein- und grosskörniger Stärke findet sich auch bei vielen anderen Florideen, wie ich vermüthe, wohl bei allen denen, welche zeitweise in ihrem unteren Theil versanden und dann aus Lichtmangel nicht assimiliren können. Wohl alle Florideen sind mit basalen Haftscheiben oder förmlichen Rhizomen, die sich mit Rhizinen am Boden festhalten, ausgestattet. Solche Organe dienen dann meist auch als Speicher und sind im Stande, in grösserer oder geringerer Zahl neue Triebe aus sich hervorzutreiben.

**Helminthocladia purpurea** ist eine Floridee, welche keine vegetativen Speicherorgane und dementsprechend nur kleinkörnige Stärke besitzt. Wenn diese Alge versandet, was bei Helgoland häufig genug geschieht, so stirbt sie im unteren Theil stets ab, wobei neben Lichtmangel, wie ich aus guten Gründen vermüthe, jedenfalls auch der gehemmte Sauerstoffzutritt schädigend wirken wird.

Um auch noch von einer krustenförmigen Floridee zu sprechen, sei kurz angeführt, dass bei *Lithothamnion polymorphum* die Stärke an der Flächenseite näher an die Oberfläche tritt als an der Kante, offenbar, weil Krusten ja schneller in die Fläche wachsen als in die Dicke.

Nachdem ich erkannt hatte, dass bei vielen Florideen die Region der Assimilationsstärke allmählich in die der Reservestärke übergeht,

wurden mir die Misserfolge bei den Verdunkelungsversuchen klar. Wenn nämlich aus den jungen, wachsenden Spitzen Stärke verschwindet, kann sehr wahrscheinlich solche aus den Reservemagazinen in Wanderform nachbefördert werden.

Als ich auf Grund solcher Betrachtungen nur mit abgetrennten jungen Spitzen operirte, konnte ich leicht feststellen, dass die Stärke in diesen beim Belichten zu-, beim Verdunkeln abnahm.

Aehnliche Mittheilungen wie über *Delesseria sanguinea* liessen sich auch über **Furcellaria** und **Polyides** machen, bei denen mir der grosse Stärkegehalt anfänglich unerklärlich war; indessen liegen die Verhältnisse hier so verwickelt, wengleich klar, dass sie in Kürze nicht behandelt werden können.

Bezüglich *Furcellaria* sei aber noch kurz erwähnt, dass deren bekannte Ausläufer von der Form kurzer Stolonen anatomisch reine Leitsystemnatur aufweisen, weil sie den am Ende dieser Ausläufer entstehenden jungen Tochterpflänzchen Nahrung zuführen.

Soweit die Resultate des wesentlich anatomischen Theiles der Arbeit. Was den experimentellen Theil betrifft, so sei in dieser Mittheilung kurz nur Folgendes hervorgehoben: *Furcellaria*, *Polyides* und *Chondrus* sind drei bekannte und vorzügliche Beispiele, welche zeigen, dass auch eine rein chlorophyllgrüne Farbe ausreichend ist, diesen sonst meist dunkelrothen Algen eine kräftige Vegetation zu ermöglichen.

Man könnte allenfalls auf die Vermuthung kommen, dass diese Exemplare nicht mehr assimiliren, sondern nur von den rothen Trieben desselben Rasens ihren Bedarf an organischer Nahrung decken; ich überzeugte mich aber ausdrücklich noch einmal durch die ENGELMANN'sche Bacterienmethode, dass reichliche Mengen von Sauerstoff ausgeschieden werden, also eine ganz lebhaft Assimilation stattfindet.

Mit grösster Sicherheit lässt sich, besonders bei *Furcellaria*, der Nachweis führen, dass die grünen Partien stets stärkereicher sind als die rothen, ein Umstand, dessen Deutung ich gegen Schluss der Mittheilung versuchen will.

Durch die bekannte Methode, bei welcher durch Sauerstoffzutritt eine Indigoweisslösung in Blau umschlägt, liess sich feststellen, dass die Assimilation der rothen Exemplare etwas lebhafter ist als die der grünen, und dass die Assimilationsenergie, wie bereits bekannt, mit der Lichtintensität steigt.

Ferner sei hervorgehoben, dass die Gestalt der grünen Theile meist etwas compacter ist als die der rothen.

Wenn ich nun endlich noch vorweg betone, dass die Athmung der grünen Theile etwas stärker ist als die der rothen, so ist die auffällige Thatsache festgestellt, dass mit dem Verschwinden des rothen Farb-

stoffes vier fundamentale Prozesse in der Pflanze eine Veränderung erleiden, nämlich:

1. die Assimilation,
2. die Stärkeanhäufung,
3. das Wachsthum,
4. die Athmung.

Diese Thatsachen kann ich einstweilen nur constatiren, ohne etwas Näheres über den inneren Zusammenhang dieser Erscheinungen zu wissen.

Da die grünen Exemplare nahe der Oberfläche wachsen, so hat man wohl mit Recht vermuthet, dass bei ihnen durch die Einwirkung des intensiven Sonnenlichtes der rothe Farbstoff zerstört oder seine Bildung verhindert wird; jedenfalls ist zu beobachten, dass durch *Fucus* oder *Laminaria* geschützte Exemplare dieser Florideen, auch wenn sie an der Oberfläche wachsen, roth gefärbt sind.

Das die grünen Exemplare bestrahlende, intensive Sonnenlicht befördert die Assimilation in so hohem Maasse, dass sich schon allein daraus ihr grösserer Stärkegehalt erklären dürfte.

Bei solchen Individuen findet man in den Zellen eine derartige Fülle von Stärke, dass man leicht auf den Gedanken kommen kann, die gesteigerte Athmung der grünen Exemplare habe den Zweck, die Pflanzen durch diese erhöhte physiologische Verbrennung vor einem gänzlichen Anfüllen mit Stärke zu bewahren.

Die Mittel der Biologischen Anstalt auf Helgoland gestatteten mir zwar nicht, einen umständlichen und sehr präzisen Athmungsapparat zu construiren, sie genügten aber immerhin vollkommen, an solche Fragen überhaupt heranzutreten.

Mit Hülfe der PETTENKOFER'schen Methode stellte ich fest, dass die Athmung der Florideen eine überraschend geringe ist. So gaben z. B. 25 g *Furcellaria fastigiata* nur 7 mg Kohlensäure während zwei Stunden bei Zimmertemperatur ab, während in der gleichen Zeit dieselbe Gewichtsmenge Bocksdornblätter (*Lycium rhombifolium*) fünfmal soviel Kohlensäure producirte.

Zwar sollte bei solchen Vergleichen der Eiweissgehalt mittelst der KJELDAHL-Methode bestimmt werden, der Unterschied ist aber so bedeutend, dass auch nach diesen primitiven Bestimmungen die geringe Athmungsenergie der Florideen sofort in die Augen fällt.

Auch beim Seegrass (*Zostera marina*), welches auf dem Meeresboden bei Helgoland wächst, ist die Kohlensäureabgabe viel bedeutender als bei *Furcellaria* und *Chondrus*.

Durch die vorstehend mitgetheilten Thatsachen wird es leicht verständlich, weshalb die Florideen keine Intercellularräume oder Luftkammern wie Wasserpflanzen (z. B. *Zostera*) sonst besitzen. Da

die Athmung so gering ist, kann eben die Aufnahme von Sauerstoff und die Abgabe von Kohlensäure durch die Zellen hindurch erfolgen.

Man kann wohl behaupten, dass schnell wachsende Organe auch lebhaft athmen; es war deshalb wichtig zu prüfen, ob bei grossen, schnell wachsenden Braunalgen nicht Luftbehälter vorkommen.

In der That finden sich einige Beispiele dafür, vor Allem *Chorda Filum*, die in 4 Monaten eine Länge von etwa 3 m erreicht, pro Tag also um etwa  $2\frac{1}{2}$  cm wächst. Der Thallus dieser Phäophycee ist innen hohl und lufthaltig, offenbar wegen des lebhafteren Gasverkehrs.

Helgoland, den 14. September 1899.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Kolkwitz Richard Gustav Julius

Artikel/Article: [Beiträge zur Biologie der Florideen \(Assimilation, Stärkeumsatz und Athmung\). 1247-1252](#)