

Die nachstehenden Zahlen zeigen uns die Verhältnisse zwischen dem gebildeten CO_2 und Alkohol.

Die Menge des Alkohols, wenn $\text{CO}_2 = 100$ ist,
beläuft sich bei der anaëroben Atmung des
Blattwerkes der Zuckerrübe auf 91,53 *mg* Alkohol
bei der Zuckerrübenwurzel im ersten Falle auf . 94,89 „ „
bei der Zuckerrübenwurzel im zweiten Falle auf 90,43 „ „
bei der anaëroben Atmung der erfrorenen Kar-
toffel auf 83,97 „ „

Aus den Resultaten unserer Beobachtungen erkennen wir, dass die anaërobe Atmung der erfrorenen Organe der Samenpflanzen, und zwar des Blattwerkes sowie der Wurzel der Zuckerrübe und der Knollen der Kartoffel eine alkoholische Gärung ist.

Wenn bei der anaëroben Atmung die Menge des ausgeschiedenen Kohlendioxyds auf ein minimales Quantum sinkt, wir sodann den Wasserstoffstrom durch Luftstrom ersetzen, so wird neuerdings Kohlendioxyd durch die Oxydationsprozesse ausgeschieden.

Wir haben die in unserer ausführlich erschienenen Arbeit in HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie in Tabelle XII und XIII spezifizierten Versuche mit Zuckerrübe in der Weise ergänzt, indem wir nach der anaëroben Atmung Luft durch die Versuchszylinder passieren liessen. Die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds beim Blattwerk auf 100 *g* frische Substanz berechnet binnen 96 Stunden stieg auf 166,1 *mg*, bei der Wurzel auf 81,5 *mg* innerhalb derselben Zeit.

Wir sehen daher, dass sich die Menge des ausgeatmeten Kohlendioxyds beim Blattwerk auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet pro Stunde auf 11,7 *mg*, bei der Wurzel auf 4 *mg* beziffert.

Dieses Experiment bestätigte uns dieselbe Erscheinung, welche sich bei den ungefrorenen Organen abspielt.

85. Fr. Tobler: Zur Biologie der Epiphyten im Meere.

Eingegangen am 18. Dezember 1906.

Die BERTHOLD'sche Arbeit über die Verteilung der Algen im Golf von Neapel¹⁾ ist für ein gewisses Gebiet mariner Biologie grundlegend gewesen. Während bis dahin fast nur systematische

1) Mitteilungen der zool. Station zu Neapel, Band 3, 1882.

und oft noch dazu lückenhafte Verzeichnisse der Meeresflora an einzelnen Küstenstellen vorlagen, gab BERTHOLD die erste genügende Einsicht in die Gliederung solcher Vegetation und ihre physiologischen Grundlagen. Vor allem hob er die eigentümlichen, bisher übersehenen oder infolge falscher Analogisierung mit den Verhältnissen des Festlandes missverstandenen Abhängigkeiten der marinen Flora von äusseren Faktoren als allgemeinen Gesichtspunkt hervor.

Hieraus ergibt sich bei ihm schliesslich, dass sich der Begriff des Standorts bei den Meeresalgen¹⁾ offenbar weit mehr durch die Summe der in seiner Arbeit erörterten äusseren Faktoren (wie Licht, Temperatur, Wasserbewegung und so fort) als vom Substrat bedingt, erweist.

Nun bringt aber die grosse Bedeutung des Lichtes vor allem bekanntlich die starke Zusammendrängung der Flora hervor, und eine Folge hiervon ist die grosse Zahl der Epiphyten. Ist nun auch die leichte Wählbarkeit des Substrates, d. h. eben die geringere Beeinflussung dadurch, auch von wesentlicher Bedeutung für das Zustandekommen derartiger Standortsgemeinschaften, so ist doch zweifelsohne das Vorkommen vieler Formen als Epiphyten für ihre Biologie ausserordentlich wichtig.

Schon die häufige Wiederholung identischer Gemeinschaften (*Polysiphonia fastigiata* auf *Ascophyllum nodosum*) ist ein Merkmal ihres Wertes für die Teilnehmer, ganz abgesehen davon, dass wir viele Formen bisher nur als Epiphyten kennen.

Auch BERTHOLD's Arbeit geht, wenigstens in dem beigegebenen Verzeichnis der bisher im Golf von Neapel beobachteten Arten, auf den Epiphytismus ein und zählt bei einer grossen Formenreihe andere Formen als häufiges oder ausschliessliches Substrat auf. Dagegen kommt meiner Meinung in dem Hauptteil der Arbeit des scharfsinnigen Physiologen die Betrachtung der Epiphyteneigenschaft und ihres Wertes in physiologischer Hinsicht zu kurz. Dieser kommt darin zum Ausdruck, dass jede Form durch ihren Charakter als Epiphyt in beträchtlich andere Bedingungen gerät, als wenn sie auch in nächster Nachbarschaft auf anderem Substrat bzw. dem gleichen wie die ihr zur Unterlage dienende ihren Standort hätte.

Eine derartige Betrachtungsweise der Vegetationen des Meeres halte ich nun für eine nicht zu vernachlässigende Aufgabe.

Soviel ich weiss, liegen noch keine planmässigen Angaben darüber vor. Von Wert können immer nur solche sein, bei denen statistisch zugleich die Häufigkeit des Vorkommens eines Epiphyten auf der gleichen Unterlage festgestellt worden ist. Ich habe nun

1) Natürlich ist hier nur von den festsitzenden die Rede.

stets gelegentlich auch beim Sammeln von Algen mit darauf geachtet, sowie die Anlage eines Herbars solcher innigen Pflanzengesellschaften aus dem Meere unternommen. Denn nebenbei sind die Beobachtungen natürlich von floristischem Interesse, wie ja schon BERTHOLD's Angaben für das Sammeln gewisser Formen auf anderen einen nützlichen Anhalt bieten. Die Beobachtungen, die ich hier geben will, sind lückenhafte, sollen aber nicht nur für mich selbst den Entwurf zu einer Untersuchung solcher Dinge in etwas präziser Form bilden, sondern vielleicht auch andere, die sich mit Meeresalgen biologisch oder floristisch beschäftigen, zu Angaben bezw. zum Sammeln von Epiphyten veranlassen.

Für das Zustandekommen der Ansiedlung einer Alge auf einer anderen kenne ich mehrere Wege.¹⁾ Dass sich zunächst Keimlinge sehr häufig auf bezw. in Thallis anderer Formen, an die sie durch Strömung gelangen, ansiedeln, anfangs nur angeklebt oder in Astwinkeln festgehalten, später aber Rhizoiden oder andere Haftorgane bildend, habe ich mehrfach erwähnt anlässlich der Keimungsgeschichte von Florideen.²⁾ Häufig zu beobachtende Beispiele sind die Ceramiaceenkeimlinge auf Ceramiaceen und Rhodomelaceen, *Ectocarpus*-Keimlinge auf Rhodomelaceen, Fucaceen und Cystoseiren.

Eine andere Art der Besiedelung erfolgt mit Hilfe der ausserordentlichen Reproduktionsfähigkeit der Algen vermittelt abgerissener Stücke von lappigen breiten Thallis. In dieser Weise finden sich Fetzen von *Nitophyllum*, *Peyssonelia*, *Ulva* u. a. angepresst durch Strömung oder im Astgewirr festgehalten an grösseren verzweigten Formen wie *Gelidium*, *Gracilaria*, *Cystoseira* usw.

Hieran schliesst sich die keineswegs stets unter Ablösung vom Thallus eintretende und doch später dazu führende Anheftung von Endpartien (Ästen oder Lappen) grösserer Thalli an anderen an. Derart vermögen die sogenannten „rankentragenden“ Meeresalgen (NORDHAUSEN³⁾) sich mit ihren Spitzen anderen anzusetzen, wobei Rhizoid- oder Haftscheibenbildung erfolgt (von mir beobachtet für *Nitophyllum uncinatum*). Aber auch sonst genügt ein Berührungsreiz zwischen Thallis oder Thallusteilen⁴⁾ gleicher sowohl als auch

1) Die parasitischen Algen will ich ausser Betracht lassen, die Zahl der sicher nachgewiesenen ist gering. Da die Besiedlung durch Epiphyten öfters aber stärkere Schädigung, zum mindesten Degenerationserscheinungen der Unterlage mit sich bringen kann (*Nitophyllum* auf *Gelidium* u. a.), so wären Übergänge konstruierbar.

2) Beihefte zum bot. Centralblatt 14, 1903.

3) Jahrb. für wiss. Botanik 34, 1899.

4) Die Verwachsungen zwischen Teilen der Thalli gleicher Art behandle ich anatomisch und entwicklungsgeschichtlich in einer in Heft 2 des Bandes 97 der „Flora“ erscheinenden Arbeit.

fremder Arten, um einen von beiden zur Bildung von Rhizoiden und ihrer Anheftung auf dem anderen Thallus zu veranlassen. So beobachtete ich z. B. Verwachsung derart zwischen *Rhodymenia ligulata* und *Chondriopsis tenuissima*. Da einerseits in beiden genannten Fällen später eine Zerreißung gerade durch die sekundäre Festheftung an anderer Stelle erfolgen kann, damit aber keineswegs der Tod abgerissener Stücke ausgesprochen ist, so kann auch so ein regulärer Epiphytismus entstehen.

Was die mir vorgekommenen Formen solcher Gemeinschaften und die in ihnen beobachteten oder häufigen Arten betrifft, so ist zunächst hervorzuheben, dass es manche Formen zu geben scheint, bei denen Besiedlung durch andere trotz enger Nachbarschaft und gedrängtem Vorkommen ausgeschlossen erscheint. So habe ich z. B. nie eine *Dudresnaya* oder *Halymenia* mit Epiphyten angetroffen und glaube, dass dies seinen Grund in der Beschaffenheit der Oberfläche (schlüpfrig, sehr glatt) dieser zugleich schlaffen Typen hat. Eine harte und dadurch steife Form gewährt sicher viel leichteren Anhalt für angetriebene Bruchstücke oder keimende Sporen. Hierher wären die zwei am reichsten besiedelten Formen, *Laminaria*- und *Cystoseira*-Arten (sowie übrigens als Analogon auch die Vegetation der *Posidonia*-Blätter) zu stellen. An ihnen finden sich die ausserordentlich zahlreichen Epiphyten (BERTHOLD führt als namentlich auf *Cystoseira*-Arten im Verzeichnis mehr als ein Dutzend an) fast stets mit ausgeprägten Haftscheiben. Anders da, wo ein zwar kompakter, oberflächlich aber lockerer Thallus zur Unterlage dient; so besonders z. B. bei *Codium elongatum* u. a., bei denen ein Eindringen der Epiphyten mit langen Rhizoiden zwischen die „Bläschen“ der wie gepflastert erscheinenden Thallusoberfläche zu beobachten ist (*Callithamnion*, *Spermothamnion*, *Bryopsis*, *Dasya*, *Herposiphonia* und andere).

Des Weiteren ist die Art und Ausdehnung der Verzweigung sowie ihr Verhältnis zu der Starre der strauchigen Formen massgebend für Möglichkeit und Reichtum der Besiedlung. Bevorzugt sind z. B. die Astwinkel, besonders bei geringer Grösse des Winkels, bevorzugt ferner die Regionen des Thallus bei manchen Strauchformen, die die buschigste Verzweigung haben, so bei älteren Thallis mancher grösserer Ceramiaceen die oberen, da im unteren Teile der Büsche nicht selten die Äste abfallen.

In Abhängigkeit von Grösse und Art der Besiedelten und der für den Epiphyten möglichen Ausdehnung entstehen nun öfter in ihrer Form recht charakteristische Gemeinschaften. Viele der allhäufigsten und derer, bei denen der Epiphyt grösseren Umfang erreicht, haben als Ganzes eine regelmässig wiederkehrende Gestalt. Das eine ist z. B. die Klumpen- oder Ballenform, bei der der

Epiphyt von einem Punkt aus ein dickes kurzes Büschel bildet, so z. B. die *Nitophyllum* auf *Gracilaria* und *Gelidium*, *Corallina rubens* auf *Lomentaria* und anderen, wobei die besiedelten Äste der betreffenden Thalli oft stark unterdrückt und überwuchert werden. Sehr häufig findet man in Neapel *Nitophyllum punctatum* auf Enden der Äste von *Gelidium corneum* und *Lomentaria*-Arten, und diese Thalluspartien fast ohne frische Ästchen, so dass wie ein Stiel der besiedelte Teil den Klumpen der fremden Alge trägt.

Eine andere häufige Form ist die Strauchform, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Epiphyt die Verzweigung der besiedelten Alge fortzusetzen scheint, indem er sich nur auf ihren Enden anfindet. Dafür nenne ich zwei mir in vielen Exemplaren bekannte Beispiele von der norwegischen Westküste: *Polysiphonia violacea* auf *Furcellaria fastigiata* und *Ceramium rubrum* auf *Cladophora rupestris*.

Welche Veränderung der Lebensbedingungen bedeutet nun die Ansiedlung in oder auf einem anderen Thallus für den Epiphyten? Von biologischer Bedeutung können solche natürlich im allgemeinen nur dann sein, wenn sie sich wirklich häufig wiederholen. Und so muss auch hier aufs Neue betont werden, dass alle erwähnten Beispiele in dieser Verbindung gerade sehr oft vorkommen.

Zunächst handelt es sich um Beziehungen zum Licht; lichtbedürftige Formen können die erwünschte Stellung nahe der Meeresoberfläche nur da finden, wo ihnen grössere andere Formen als Substrat dienen. Ein einleuchtendes Beispiel sind die *Laminaria*-Stämme, an denen die lichtbedürftige Vegetation kleinerer Formen sozusagen heraufklimmt, dennoch freilich immer unter der Decke der flottierenden Blattlappen geborgen bleibt. Anders die *Cystoseira*-Stämme mit ihren spitz auslaufenden Kronen (*barbata*, *granulata*, *ericoides*), an denen sich die Folge grüner, brauner und roter Algen von der Spitze herab sehr gut erkennen lässt. Bei höheren Stämmen (grösseren Algen) wie den genannten ist an ihnen selbst Gelegenheit geboten für die Formen, die etwa unweit an senkrechter Felswand unter dem Niveau stehen, jede wünschenswerte Höhenlage wie dort zu finden. Unter anderen Umständen dagegen, z. B. in flachem Wasser können die Algenbüschel lichtscheueren Formen als Epiphyten ein Unterkommen gewähren. So bergen besonders in Zeiten starker Besonnung im Mittelmeer die alten Büschel von *Cystoseiren* und anderen in sich Florideen, die dort vor der starken Belichtung geschützt sind (vgl. S. 7 meiner oben zitierten Arbeit). So dürfte der Epiphytismus für die Übersommerung von gewissen Formen an bestimmten Standorten wichtig sein.

Ferner ist aber in ihm sicher auch eine enge Beziehung geboten zu der Gruppe von Lebensbedingungen, die man bei Algen als

Wasserbewegung oder Wasserwechsel zusammenfasst. Zunächst zeigt sich, dass Formen von exponierteren Küstenstellen an geschützteren Orten nur als Spitzenepiphyten gedeihen. Ferner ist die Art der Befestigung mancher Formen (öfter beobachtet an Polysiphonien) eine andere, je nachdem sie auf Felsen und ähnlichen Substraten (Muschelschalen usw.) oder auf anderen Algen stehen: im ersteren Fall weisen sie meist Haftscheiben, im letzteren dagegen einzelne Rhizoiden auf. Ich stehe nicht an, zu behaupten, dass die Besiedlung der Thallusspitzen von *Furcellaria fastigiata* mit ihrer geringen durch einige Rhizoiden erzielten Anheftungs- oder Verankerungsfläche den Ansprüchen an Festigkeit am Substrat ebenso entspricht wie bei den auf Conchylien oder Stein wachsenden und mit breiter Haftscheibe versehenen Exemplaren von *Polysiphonia*. Wenn da im ersteren Fall sich die besiedelte Alge an der Bewegung im Wasser beteiligt, so ist der Stoss ein geringerer.

Auf gleichem Wege bedeutet aber Ansiedlung auf beweglicher Unterlage für viele Formen sicher noch lebhafteren Wasserwechsel (bezw. Luftwechsel im Wasser) als ihre Eigenbewegung allein ihnen gestattet, falls sie auf festem Substrat sitzen. Denn der Ausschlag der Schwingungen und die Menge des dabei durchstrichenen Wassers wird ja grösser.

Dies wären nur einige der Gesichtspunkte, die ich aus bisherigen Beobachtungen zur Biologie der Epiphyten im Meere entnehmen kann.

Es wäre nun zu wünschen, dass bei floristischer Arbeit, wie namentlich auch in den Herbarien diese Gesichtspunkte Berücksichtigung fänden. In Herbaren können über die Häufigkeit von typischen Verbindungen zwischen zwei Formen sehr leicht statistische Aufschlüsse gewonnen werden, wie ich selbst es, z. B. für die *Polysiphonia fastigiata* getan habe, die sich im Berliner Herbar (wo mit Substrat) nie auf anderem, und in 16 Belegen verschiedenster Herkunft auf *Ascophyllum nodosum* findet. Mein selbst begonnenes Verzeichnis typischer Gemeinschaften und Anlage eines derartigen Herbars werden eine weitere Grundlage bilden. Vor allem aber sind die reichst besiedelten grossen Algen, wie *Laminaria* und *Cystoseira*, eigens auf ihre Epiphytenflora, deren Elemente in ihrem Standort an der Alge und den dadurch gebotenen Bedingungen zu untersuchen, Zustandekommen und Entwicklung der Besiedlung eventuell auf dem Wege des Experimentes festzustellen. Dass dadurch auch die für alle physiologische Arbeit an Meeresalgen so bedeutungsvolle Kultur in Aquarien gefördert werden kann, indem man durch Klarlegung der besonderen in der Vergesellschaftung gebotenen Vegetationsbedingungen der Möglichkeit der Nachahmung näher kommt, ist ausser Frage.

Münster (Westf.), am 15. Dezember 1906.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Tobler Friedrich

Artikel/Article: [Zur Biologie der Epiphyten im Meere. 552-557](#)