

Mitteilungen.

19. K. Goebel: Die Wasseraufnahme der Flechten¹⁾.

(Eingegangen am 5. Februar 1926. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Die reiche Flechtenflora von Tjibodas veranlaßte den Verfasser Ende 1924 sich mit dem Problem der Wasseraufnahme und der Durchlüftung des Flechtenthallus näher zu beschäftigen. Die Untersuchungen wurden dann in München zusammen mit Herrn Dr. SÜSSENGUTH auch an europäischen Flechten fortgesetzt.

Die meisten dieser Flechten sind Epiphyten. Es fragt sich zunächst, ob sie Einrichtungen zum kapillaren Festhalten von Wasser besitzen, wie sie in so reicher Mannigfaltigkeit z. B. bei Lebermoosen vorkommen.

Bei unberindeten Flechten, wie sie in Tjibodas z. B. durch *Coenogonium* und die merkwürdige Basidiomycetenflechte *Dictyonema irpicina* vertreten sind, wirkt der ganze Thallus als Schwamm, der sich mit Wasser vollsaugt.

Bei berindeten Flechten können teils dauernd, teils vorübergehend tätige Hyphen oder Hyphenstränge vorhanden sein, die eine kapillare Wasseraufnahme und Weiterleitung bewerkstelligen. Sie finden sich teils auf der Oberseite, teils am Rande, teils auf der Unterseite.

Auf der Oberseite als Überzug über die Rinde hat *Erioderma tomentosum* dauernd einen solchen Kapillarapparat, vorübergehend (nur an den jüngeren Thallusteilen) findet er sich bei den *Peltigera*-Arten (was bei *P. aphthosa* auch die Ansiedlung der Cephalodien²⁾ bedingt).

Seitliche Auswüchse des Thallus mancher *Anaptychia*-Arten wirken, wenn sie dicht gedrängt auftreten, gleichfalls als kapillare

1) Die ausführliche Arbeit wird demnächst in den „Annales du jardin botanique de Buitenzorg“ erscheinen; dort wird auch die Literatur besprochen werden.

2) Auch über diese wird in der ausführlichen Arbeit berichtet werden. Hier sei nur bemerkt, daß die die Cephalodienbildung hervorrufende Cyanophyce auf stickstoffreiem Nährboden üppig gedieh, und daß die Cephalodien Hyphen in den *Peltigera*thallus hineinsenden, welche diesen teilweise zerstören.

Wasserfänger. Besonders sind solche aber auf der Thallusunterseite verbreitet. Eine der schönsten ephytischen Flechten in Tjibodas ist *Pannaria mariana* var. *radiata* Nyl. Der reich verzweigte, Kreisform annehmende Thallus ruht auf einem dichten Polster schwarzer verzweigter Rhizoiden, das über den Thallusrand erheblich vorspringt. Jeder Wassertropfen wird von diesem Rande begierig aufgesogen. Man kann leicht feststellen, daß das kapillar weitergeleitete Wasser von der Thallusunterseite aufgenommen wird.

Parmelia kamtschadalis hat statt des Polsters ein schwammiges (äußerlich dem Aërenchym mancher höheren Pflanzen gleichendes) „Gewebe“, das ebenso funktioniert. Der Hyphenstränge auf der Thallusunterseite von *Peltigera* und *Solorina*, die Wasser ebenso wie die mit kurzen (Rhizoiden entsprechenden) Hyphenästen besetzten „Adern“ vieler *Sticta*-Arten leiten, sei nur kurz gedacht. Kapillare Wasserleitung findet sich auch auf dem Thallus von *Anaptychia ciliaris* und auf der Unterseite des Thallus von *Evernia furfuracea* (wo aber die kapillare Außenleitung auf andere Weise zustande kommt).

Das Hauptproblem ist aber, wie der berindete, geschlossene Flechtenthallus Wasser aufnimmt, sei es nun direkt auf ihn gelangtes oder kapillar zugeführtes bzw. nur festgehaltenes.

Die darüber erhaltenen Ergebnisse treten mehrfach in Widerspruch mit den Angaben in der Literatur, z. B. denen von SIVERS.

Vor allem sind im geschlossenen Flechtenthallus zu unterscheiden zweierlei Hyphenformen, die Quellhyphen und die Lufthyphen. Erstere sind leicht benetzbar. Sie sind in zwei Hauptformen vorhanden, einer verhältnismäßig dünnwandigen, die Hyphen mit großen Zellumina bilden, und einer dickwandigen. Beide (natürlich durch Übergangsformen verbunden) können Wasser teils als Imbibitionswasser aufnehmen, teils in die Zelhöhlung. Wenn man z. B. auf die großzellige Rinde von *Peltigera* einen Wassertropfen aufsetzt, sieht man nach einiger Zeit Luftblasen in diesen eintreten, die aus der vorher lufthaltigen Zelhöhlung der Rindenzellen stammt. Dadurch wird die Farbenveränderung bedingt, die eine verschiedene ist, je nach der Färbung der unter der Rinde liegenden Algenschicht.

Das von der Rinde aufgenommene Wasser gelangt, wie sicher nachgewiesen (von andern aber in Abrede gestellt) wurde, in das Innere des Thallus.

Die dickwandigen Quellhyphen wurden bisher einseitig als „mechanische“ im Dienst der Festigung des Flechtenthallus stehend aufgefaßt. Gewiß sind sie in manchen (aber keineswegs allen) Flechten für die Festigung des Thallus wichtig. So z. B. der

Zentralstrang von *Usnea*. Aber selbst dieser ist vor allem durch seine Quellungsfähigkeit von Bedeutung. Wägungen ergaben, daß er etwa $\frac{1}{3}$ des gesamten vom *Usneathallus* aufgenommenen Wassers speichert. Er erhält es von der Rinde aus (wie z. B. mit der Lithiummethode nachgewiesen wurde), also durch die Luftschicht hindurch. Eine kapillare Leitung des Wassers durch die letztere ist aber völlig ausgeschlossen. Es handelt sich um eine Leitung in der Membran, die auch bei abgetöteten Flechten erfolgen kann. Eine Leitung in dem Zentralstrang erfolgt dagegen nicht oder nur so langsam, daß sie praktisch nicht in Betracht kommt.

Die Imbibitionsfähigkeit der Quellhyphen ist eine geringere als die strukturloser Gele. (Nach KATZ nimmt z. B. trockene Gelatine 500 %, Agar 700 % Wasser auf. Die Wasserkapazität der untersuchten mit Rinde versehenen Flechten betrug je nach der Art 106 bis 290 %.) Das wird auf die Struktur der Quellhyphenmembranen zurückgeführt, ebenso wie die strukturierten Stärkekörner weniger quellungsfähig sind, als der strukturlose Kleister. Die strukturlosen, den Algenmembranen entstammenden Gallerten im *Collemathallus* sind noch stärker imbibitionsfähig als Agar. Unerwartet war die Erfahrung, daß konzentrierte Salpeterlösung fast ebenso rasch in die Quellhyphen eindringt als Wasser, während z. B. absoluter Alkohol nicht imstande ist, die Luft aus der Rinde des *Peltigerathallus* zu vertreiben. Es zeigte sich, daß auch die Ausbreitung trockener *Polytrichum*blätter fast ebenso rasch in gesättigter Salpeterlösung als in Wasser erfolgt. Es wurde eine Anzahl von Salzen in dieser Richtung geprüft. Die Ergebnisse sollen hier nicht im einzelnen aufgezählt werden. Erwähnt sei, daß die Quellmembranen eine durchgehende Übereinstimmung mit den strukturlosen Gelen zeigten, die z. B. in konzentrierter Salpeterlösung verquollen.

Die Lufthyphen verdanken ihre Unbenetzbarkeit bzw. Schwerbenetzbarkeit der Ausscheidung der Flechtensäuren. Wenn diese mit Äther, Chloroform, Benzin usw. entfernt wurden, wurden die Hyphen auch für Wasser benetzbar, und es füllten sich die Interzellularräume. Durch die Unbenetzbarkeit der Lufthyphen (die nicht immer eine gleichartige ist) wird das Bestehen einer inneren Atmosphäre im Flechtenthallus gewährleistet. Damit ist zum ersten Male eine funktionelle Bedeutung der Flechtensäure erwiesen. Ob es die einzige ist, bleibe dahingestellt.

Bei nicht wenigen Flechten steht diese innere Atmosphäre mit der Außenwelt in Verbindung. In diesen Atemöffnungen (die namentlich bei Flechten mit verhältnismäßig engem Luft-

raum wie *Sticta*, *Usnea*, *Ramalina*, *Cetraria* vorkommen) grenzt die Lufthyphenschicht an die Atmosphäre. Die Unbenetzbarkeit verhindert das Eindringen von Wasser. Da die Atemöffnungen bei manchen bei Tjibodas vorkommenden *Sticta*-Arten besonders groß sind (bis 4 mm Durchmesser), so wurden Versuche gemacht, die zeigten, daß bei Besonnung aus den Atemöffnungen Gasblasen herausstraten, ein Vorgang, der bei Beschattung sofort aufhört, und nicht etwa auf Erwärmung zurückzuführen ist. Die gelösten Flechtensäuren können auch, wenn Filtrierpapier damit getränkt wird, dessen Benetzbarkeit vermindern oder aufheben. Man kann die lufthaltige Rinde eines *Peltigera*- oder *Solorina*-Thallus auch von der Erde aus mit Wasser füllen. Das aufgenommene Wasser muß also durch die Lufthyphen bis zur Rinde weiter geleitet werden und führt dort dann zur Quellung und Vertreibung der Luft. Da dieser Vorgang sich bei abgetöteten Flechten fast ebenso rasch wie bei lebenden abspielte, so ist daraus zu schließen, daß es sich hier nur um eine Leitung von Imbibitionswasser handelt.

Die Wasseraufnahme wurde (von den Wägungen abgesehen) geprüft teils durch die hygroskopischen Bewegungen, welche der Thallus bei Befeuchten ausführt, teils durch dessen Weichwerden, teils durch die Beobachtung der Farbenänderung, teils durch Nachweis von Lithium- und Salpeterlösung. In der ausführlichen Arbeit finden sich auch Angaben über die verschiedene Färbbarkeit der Quell- und Lufthyphen, über die Wasseraufnahme der Podetien von *Stereocaulon* und *Cladonia* u. a.
