

Ähnlich war das Verhalten der Konidien bei der Keimung. Ich verfolgte dieselbe im hängenden Tropfen in der feuchten Kammer und erhielt im *Elodea*-Dekokt und in Bierwürze die günstigsten Resultate. Bereits nach drei Stunden sind dann die ersten Stadien der Keimung zu erkennen. An allen freien Enden der Konidienverbände entstehen zunächst noch sehr kurze Keimfäden; sie sind dünner und zarter als die Mutterkonidien und mit hellem, hyalinen Plasma gefüllt. Schon sehr bald treten sie aber in ein reges Wachstum ein, sie verzweigen sich überaus reichlich, vereinzelt sprossen nachträglich auch noch einige mittlere Zellen der Konidien zu Keimfäden aus, und nach 48 Stunden ist bereits ein kugeliger Mycelrasen von 1—2 mm Durchmesser entstanden. Die Mutterkonidien, die anfänglich nur wenig angeschwollen waren, werden allmählich torulöser und fallen zuletzt gänzlich in die einzelnen Zellen auseinander. Fruktifikation erhielt ich bei diesen Versuchen nicht.

Zum Schluss möchte ich noch erwähnen, dass in einigen meiner ersten Kulturen noch Pykniden mit äusserst kleinen Pyknosporen auftraten. Da es mir zunächst schien, dass dies eine zweite Fruchtform meines Pilzes sei, so nahm ich auch dies Material in Kultur. Ich machte auf Agar-Agar Strichkulturen mit den Pyknosporen und erhielt ein ziemlich schnell wachsendes Mycel, auf dem schon nach 5—7 Tagen an der Impfstelle neue Pykniden auftraten. Da es mir jedoch trotz mannigfacher Variation der Kulturmethode nicht gelang, direkt aus diesen Pyknosporen Konidien oder umgekehrt aus Konidien Pykniden zu erhalten, so muss ich es dahingestellt sein lassen, ob ich es mit zwei Fruktifikationsarten ein und desselben Pilzes oder mit zwei verschiedenen Pilzformen zu tun hatte.

36. A. Ursprung: Über den Bewegungsmechanismus des *Trichia-Capillitiums*.

Eingegangen am 10. Mai 1906.

Die eingehenderen Untersuchungen über die Bewegungsmechanismen haben gezeigt, dass diese Erscheinungen viel komplizierter sind, als man früher glaubte. Zu dem hygroskopischen Mechanismus, den man lange in toten Organen als allein wirksam angesehen hatte, ist der Kohäsionsmechanismus hinzugekommen. Die Erkenntnis der Wichtigkeit des neu gefundenen Kohäsionsmechanismus, wie auch das leicht verzeihliche Bestreben nach Vereinheitlichung mögen dann dazu geführt

haben, dass die wirkliche Bedeutung des hygroskopischen Mechanismus längere Zeit unterschätzt wurde. Meine Untersuchungen¹⁾ ergaben, dass in allen diesen Bewegungsapparaten neben dem Kohäsions- auch der hygroskopische Mechanismus vorhanden ist, und dass äusserlich sehr ähnliche Apparate einen recht verschiedenen Mechanismus besitzen können; das Equisetumsporangium lieferte sogar ein Beispiel dafür, dass in ein und demselben Gewebe bei den einen Zellen die Kohäsion mitwirkt, während bei den anderen nur die Hygroskopizität beteiligt ist.

Bei diesen verwickelten Verhältnissen muss besonders auch das Studium des Mechanismus solcher Apparate von Interesse sein, die in morphologischer Hinsicht nahe verwandt sind. Ein Beispiel für diesen Fall liefern uns die Elateren der Lebermoose und die Capillitien der Trichiaceen. Nachdem für die Lebermooselateren durch KAMERLING²⁾ das Vorhandensein des Kohäsionsmechanismus festgestellt worden war, hätte man leicht geneigt sein können, für die *Trichia*-Capillitien denselben Bewegungsmodus anzunehmen. Die folgenden Untersuchungen werden jedoch zeigen, dass bei den näher geprüften Trichien die Kohäsion nicht im Spiele ist. Es zeigt dies aufs Neue, wie sehr man sich gerade auf diesem Gebiete vor vorzeitigem Generalisieren zu hüten hat.

Die mir zur Verfügung stehenden *Trichia*-Capillitien (*Trichia persimilis*, *fallax*, *Botrytis*) zeigten beim Befeuchten mit Wasser und beim Austrocknen Torsionserscheinungen an den einzelnen Capillitiumröhrchen. Zum genaueren Studium des Mechanismus diente *Trichia persimilis* Karst. Die Capillitiumröhren besitzen hier eine dünne Wand, in welche in der Regel drei oder vier schraubenförmige, rechtsläufige Verdickungsleisten eingelagert sind. LISTER³⁾ gibt für unsere Art vier bis fünf „spiral bands“ an; im übrigen stimmt seine Diagnose mit der untersuchten Art überein. Die untersuchten Capillitien waren vor drei Jahren gesammelt worden und hatten seitdem trocken gelegen.

Bringt man die Capillitien auf einen trockenen Objektträger, so sieht man schon mit schwacher Vergrösserung, dass sie beim Anhauchen Torsionsbewegungen ausführen; diese Torsionen sind in der Weise gerichtet, dass dadurch eine Abrollung der schraubenförmigen Leisten erzielt wird. Bei Zusatz von Wasser bleibt die Erscheinung

1) A. URSPRUNG, Der Öffnungsmechanismus der Pteridophytensporangien. Jahrb. für wiss. Bot. 1903, S. 635. — A. URSPRUNG, Beiträge zum Bewegungsmechanismus einiger Pteridophytensporangien. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1904, S. 73.

2) KAMERLING, Der Bewegungsmechanismus der Lebermooselateren. Flora 1898, S. 157.

3) LISTER, Guide to the British Mycetozoa. 1903.

qualitativ dieselbe. Es ist a priori klar, dass die Bewegungen, welche die Capillitien beim Anhauchen oder beim Einlegen in einen Wassertropfen ausführen, auf Hygroskopizität beruhen und dass der Kohäsionsmechanismus dabei in keiner Weise in Betracht kommt. Was die quantitative Seite der Bewegung betrifft, so sind natürlich alle möglichen Intensitäten erzielbar, je nachdem schwach oder stärker gehaucht oder das Capillitium völlig unter Wasser getaucht wird, entsprechend der Stärke der Wasserimprägnation der Wand.

Lässt man das Wasser verdunsten, so zeigen die Capillitiumröhren beim Austrocknen die entgegengesetzten Bewegungen, die Schrauben rollen sich wieder zusammen. Dies kann man sich nun auf zwei Arten entstanden denken, da die genannte Bewegung als Wirkung sowohl des Kohäsions-, wie auch des hygroskopischen Mechanismus a priori mechanisch möglich ist. In Anlehnung an die von KAMERLING erhaltenen Resultate bei Lebermooselateren wird man selbstverständlich in erster Linie Kohäsionsmechanismus vermuten.

Zur Entscheidung der Frage nach der Natur dieser Einrollungsbewegung beobachten wir dieselbe etwas genauer. Wir finden, dass auch das Einrollen gleichwie das Abrollen allmählich geschieht, ohne jeglichen Ruck oder Stoss. Hierbei sehen wir natürlich von jenen diskontinuierlichen Bewegungen ab, die durch Reibung zwischen den einzelnen Capillitienröhren oder zwischen diesen und dem Objektträger bedingt werden und nie vollständig zu vermeiden sind. Im Gegensatz hierzu beobachtet man bei den Elateren ruckweise Veränderungen, indem die mit Wasser gefüllte Elatere beim Austrocknen plötzlich ihre frühere¹⁾ Gestalt wieder annimmt; da hierbei häufig eins der beiden Enden kräftig auf die Unterlage aufschlägt, so kann ein Fortspringen stattfinden, ähnlich wie bei isolierten Polypodiaceensporangien. Es war nun früher vielfach üblich, aus dem Fehlen ruckweiser Bewegungen auf das Nichtvorhandensein eines Kohäsionsmechanismus zu schliessen, wonach also die Capillitienbewegungen hygroskopischer Natur wären. Ich habe aber nachgewiesen²⁾, dass die Zuckungen, obschon sie gewöhnlich bei Kohäsionsmechanismen vorkommen, doch keine notwendige Begleiterscheinung sind, und dass somit aus dem Fehlen ruckweiser Bewegungen durchaus nicht auf die Abwesenheit des Kohäsionsmechanismus geschlossen werden darf.

1) Hierunter hat man natürlich nicht den völlig luftleeren Zustand zu verstehen, da sich die Elateren in dieser Hinsicht zweifellos ähnlich verhalten werden wie der Annulus des Polypodiaceensporangiums. (Siehe URSPRUNG, Beiträge zum Bewegungsmechanismus einiger Pteridophytensporangien. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1904, S. 75 ff.)

2) Der Öffnungsmechanismus der Pteridophytensporangien, l. c.

Im folgenden sollen nun einige Beobachtungen angeführt werden, die über die Natur der Bewegung eine eindeutige Auskunft geben.

Würde Kohäsionsmechanismus vorhanden sein, so müssten sich auffallende Unterschiede in der Einstülpung der dünnen Membran beim Übergang aus dem wassergesättigten in den trockenen Zustand nachweisen lassen. Solche Differenzen in der Einstülpung konnte ich aber an dem untersuchten Material nicht beobachten. Während das Fehlen der Einstülpungen einen Beweis für die Abwesenheit des Kohäsionsmechanismus liefert, so darf aus ihrem Vorhandensein nicht auf die Anwesenheit des Kohäsionsmechanismus geschlossen werden. Ich habe früher nachgewiesen, dass bei *Equisetum* solche Einstülpungen auch dann vorkommen, wenn Kohäsion völlig ausgeschlossen ist; sie sind in diesem Falle durch Kontraktion der dünnen Membran in Richtung der schraubenförmigen Verdickungen zu erklären. Wenn also an Capillitien auch die genannten Einstülpungen beobachtet werden sollten, so wäre damit das Vorhandensein des Kohäsionsmechanismus noch nicht erwiesen. Kohäsionsmechanismus ist ferner vollständig ausgeschlossen, wenn die Einrollungsbewegung auch stattfindet, ohne dass das Lumen des Capillitiumrohres vorher mit Wasser gefüllt war. Dass dieser Fall tatsächlich vorhanden ist, lässt sich durch vorsichtiges Anhauchen feststellen. Wenn in dieser Weise operiert wird, so gewahrt man, dass der Blasenraum ständig erhalten bleibt, sowohl während des Ab-, als während des Einrollens. Es muss endlich auch möglich sein, aus dem Verhalten verletzter Capillitien unzweideutige Aufschlüsse zu erhalten. Durch Zerreißen mit den Nadeln oder Zerreiben unter dem Deckglas ist es leicht möglich kurze, an beiden Enden offene Bruchstücke von Capillitiumröhren zu erhalten. Diese Stücke führen beim Eintrocknen deutliche Bewegungen aus, trotzdem eine Einwirkung der Kohäsion natürlich ausgeschlossen ist. Die angeführten Tatsachen zeigen zur Genüge, dass der Kohäsionsmechanismus bei der Einrollungsbewegung entweder gar nicht oder doch jedenfalls nur in so untergeordneter Weise beteiligt ist, dass er vernachlässigt werden kann¹⁾. Es ist somit sowohl das Ab-, als auch das Einrollen (letzteres unter der in der Anmerkung ausgesprochenen eventuellen Einschränkung) durch hygroskopische Kräfte bedingt.

Es ist nun unsere weitere Aufgabe, näher auf den Sitz und die

1) Es ist ohne weiteres klar, dass ein absolutes Fehlen des Kohäsionsmechanismus nur durch genaue quantitative Messungen nachgewiesen werden kann. Bei der geringen Grösse und vor allem der speziellen Beschaffenheit des Objektes sind aber ganz exakte Bestimmungen ziemlich umständlich. Da es mir jedoch im wesentlichen nur darauf ankam, zu wissen, ob die Bewegung der Hauptsache nach durch den hygroskopischen oder den Kohäsionsmechanismus hervorgerufen wird, so habe ich die exakte quantitative Methode hier nicht zur Anwendung gebracht.

Wirkungsweise dieses hygroskopischen Mechanismus einzugehen. A priori sind verschiedene Möglichkeiten vorhanden. Denkt man sich die Verdickungsleisten der Capillitiumröhren isoliert und nimmt man an, dass die konkave Seite der Leisten in Richtung der Leisten stärker quellbar ist als die konvexe Seite, so würde notwendigerweise die Zahl der Windungen bei der Quellung vermindert werden müssen, was eine Torsion des ganzen Organs zur Folge hätte. Es ist aber leicht ersichtlich, dass es nicht angeht, die Aktivität in dem eben genannten Sinne einzig auf die Verdickungsleisten zu beschränken, da hierdurch die dünnen Membranpartien Dehnungen erleiden müssten, die faktisch nicht vorkommen. Den direkten experimentellen Nachweis lieferte das Verhalten isolierter, einfacher Wandstücke, die mit Hilfe des Mikrotoms erhalten wurden. Diese Wandstücke zeigten dieselbe Vergrößerung des Abstandes der Verdickungsleisten, trotzdem eine aktive Betätigung derselben in diesem Falle natürlich vollständig ausgeschlossen war.

In einem zylindrischen Organ findet bekanntlich infolge der Quellung eine Torsion statt, wenn die kleinsten Teilchen der Membran in schraubenförmigen Reihen angeordnet sind und die Quellungsintensität in Richtung der Schraubenlinie eine andere ist als senkrecht dazu¹⁾. Da man in Hinsicht auf dasselbe Verhalten bei anderen ähnlich gebauten Membranen wird annehmen dürfen, dass die kleinsten Teilchen der Capillitiumwand in schraubenförmigen, der Richtung der Verdickungsleisten entsprechenden Linien angeordnet sind, da ferner in der Regel bei ähnlich gestreiften Wänden die Quellung senkrecht und parallel der Streifung eine andere ist, so ist a priori für die Capillitiumröhren eine solche hygroskopische Torsionsbewegung wahrscheinlich. Dass senkrecht zur Richtung der Verdickungsleisten eine Quellung stattfindet, folgt aus der Zunahme des Durchmessers der Capillitiumröhren bei der Übertragung von Luft oder absolutem Alkohol in Wasser und konzentrierte Schwefelsäure²⁾ und aus dem Sinne der Torsion³⁾. Den Zahlenangaben sind als Einheiten die Mikrometerteile zugrunde gelegt:

1) ZIMMERMANN, Über mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen und Früchte mit besonderer Berücksichtigung der Torsionserscheinungen. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XII, 1881.

2) Die Anwendung dieses starken Quellungsmittele hatte den Zweck, die geringen Veränderungen kurzer Rohrstücke deutlicher sichtbar zu machen.

3) Mit Hilfe einer einfachen Konstruktion des Quellungs Vorganges an der abgerollten Zylinderfläche lässt sich ohne Weiteres zeigen, dass die Durchmesserzunahme allein auch durch eine Quellung in Richtung der Verdickungsleisten erklärbar ist; doch ist hiermit eine Torsion verbunden, die der wirklich vorhandenen entgegengläuft.

| I. | | II. ¹⁾ | |
|--|-----|--|-----|
| Alc. abs. | 1,5 | Luft | 4,0 |
| H ₂ O | 1,5 | H ₂ O | 4,2 |
| H ₂ SO ₄ conc. | 2 | H ₂ SO ₄ conc. | 5 |

Dass bei dieser Übertragung eine Torsion stattfand, zeigen die folgenden Beobachtungen an zylindrischen Bruchstücken desselben Capillitiumrohres, bei welchen die Anzahl der Windungen in den verschiedenen Flüssigkeiten bestimmt wurde:

| I. | | II. | |
|--|----|--|----|
| Alc abs. | 18 | — | |
| H ₂ O | 15 | H ₂ O | 18 |
| H ₂ SO ₄ conc. | 13 | H ₂ SO ₄ conc. | 14 |

Die Länge des Rohrstückes blieb annäherd dieselbe:

| I. | | II. | | III. | |
|--|------|--|----|--|----|
| Alc. abs. | 14 | Luft | 28 | Luft | 35 |
| H ₂ O | 14,1 | H ₂ O | 28 | H ₂ O | 35 |
| H ₂ SO ₄ conc. | 14 | H ₂ SO ₄ conc. | 28 | H ₂ SO ₄ conc. | 35 |

Das Fehlen einer Verlängerung kann natürlich nicht auffallen, da eine starke Quellung sehr häufig sogar mit einer Verkürzung verbunden ist²⁾.

Mit stärkerer Vergrößerung wurde dann der Abstand zweier benachbarten Verdickungsleisten gemessen; derselbe betrug

| | |
|---|----------------------|
| in Luft | 1 |
| in konz. H ₂ SO ₄ | 1,5 bis 2 Einheiten. |

Was das Verhältnis der Quellungsintensität der dünnen und dicken Membranpartien betrifft, so muss dasselbe in Richtung der Schraubenlinien aus mechanischen Gründen gleich Eins sein³⁾, da sonst entweder Faltungen auftreten müssten, die nicht vorkommen, oder Spannungen sich einstellen würden, die eine gleichmässige Dehnung zur Folge hätten⁴⁾. Dagegen sind Quellungsdifferenzen zwischen den verschiedenen dicken Membranstellen senkrecht zur Richtung der Schraubenlinien möglich und scheinen auch vorzukommen.

1) In der Beobachtungsreihe II wurde ein anderes Linsensystem benutzt.

2) SCHWENDENER, Über Quellung und Doppelbrechung vegetabilischer Membranen. Sitzungsber. der Berl. Akad. 1897, S. 669.

3) Wenigstens soweit es sich um unverletzte Capillitien handelt; sind dagegen die dünnen Membranstellen von den Verdickungsleisten auf eine gewisse Strecke isoliert, so kann sich eine verschieden starke Quellung geltend machen, während natürlich im Membranverbande höchstens ein verschiedenes Quellungsbestreben vorhanden sein kann.

4) Da aber in Wirklichkeit nur Verlängerungen oder Verkürzungen gemessen werden, so würde hierdurch eine gleiche Quellung vorgetäuscht.

Es hat jedoch keinen Zweck, an dieser Stelle näher auf diese Details einzugehen, da im wesentlichen nur festgestellt werden sollte, ob es sich um einen hygroskopischen oder einen Kohäsionsmechanismus handelt. Die wenigen Andeutungen zeigen aber, dass auch bei diesen scheinbar einfachen Apparaten die Erscheinungen noch lange nicht bis auf die Einzelheiten verfolgt sind.

Freiburg (Schweiz), Botanisches Institut.

37. F. G. Kohl: Die assimilatorische Funktion des Karotins und das zweite Assimilationsmaximum bei F.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 11. Mai 1906.

An der *Cladophora*-Zelle fand ENGELMANN¹⁾ innerhalb der primären Assimilationskurve ein zweites Maximum bei der Linie F. Die Assimilationsenergie ergab sich innerhalb dieser Region annähernd gleich der bei D $\frac{1}{2}$ E. Ebenso lassen die 1883 von demselben Autor publizierte Zahlenwerte zunächst für grüne Versuchsobjekte aller Art, sowohl im Prismenspektrum, als auch besonders Normalspektrum, dieses Maximum bei F deutlich erkennen. In der auf S. 7—8 unter I für Sonnenlicht angeführten Reihe figuriert diese Spektralregion F mit 86,1 im Normalspektrum, mit 24,6 (—38) im Prismenspektrum, sodass sich beim Vergleich mit den Leistungen der übrigen Strahlen des sichtbaren Spektrums in derselben Tabelle eine assimilatorische Leistung der F-Strahlen ergibt, die grösser ist als die der Strahlen D $\frac{1}{2}$ E (Prismenspektrum). Auch aus der Zahlenreihe auf S. 11—12 ist in der Umgebung von F eine auffallende Hebung der Assimilationskurve zu erkennen. Eine wesentliche Differenz zwischen den ENGELMANN'schen Untersuchungsergebnissen und den 1884 von REINKE²⁾ publizierten bestand darin, dass REINKE eben dieses zweite Assimilationsmaximum bei F nicht nachzuweisen in der Lage war. Da dieser Forscher jedoch weder in der speziellen Qualität der von ihm benutzten Apparate, noch in Eigentümlichkeiten

1) TH. W. ENGELMANN, Über Sauerstoffausscheidung von Pflanzenzellen im Mikrospektrum. Bot. Zeitg., 40. Jahrg., Nr. 26, 1882.

2) J. REINKE, Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen. Bot. Zeitg., 42. Jahrg., Nr. 1—4, 1884.

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): Ursprung Alfred

Artikel/Article: [Über den Bewegungsmechanismus des Trichia-Capillitiums.
216-222](#)