

59. J. Schrod: Der mechanische Apparat zur Verbreitung der Farnsporen.

Eingegangen am 28. Dezember 1885.

In meiner Arbeit: „Das Farnsporangium und die Anthere“¹⁾ hatte ich mir die Frage vorgelegt nach den Ursachen, welche den definitiven Gleichgewichtszustand der Sporangien bedingen, der darin besteht, dass die Längsaxe des Annulus sich mehr oder minder der geraden Linie nähert. Der Art und Weise, wie das Sporangium diesen Dauerzustand erreicht, glaubte ich keine Bedeutung beilegen zu müssen, während Leclerc du Sablon in einer jüngst erschienenen Arbeit²⁾ gerade in bezug darauf eine interessante Beobachtung mittheilt, die vom mechanischen und physiologischen Standpunkte gleich überraschend ist. Derselbe macht darauf aufmerksam, dass zwischen der Form des Annulus im geschlossenen reifen Sporangium und der dem Dauerzustande entsprechenden gestreckten kein allmählicher Uebergang stattfindet, sondern dass zwischen dem Anfangs- und Endstadium ganz merkwürdige Krümmungen und Zuckungen zu beobachten sind, deren Bedeutung für die Verbreitung der Sporen in unzweideutiger Weise hervortritt. Die von Leclerc gegebene Beschreibung des Vorganges machte durch die Anführung mancher Einzelheiten so sehr den Eindruck des Wahrscheinlichen, dass ein Zweifel an der thatsächlichen Grundlage der geschilderten Verhältnisse von vornherein ausgeschlossen werden musste, so wunderbar es auch erschien, dass ein, wie ich mich bald überzeugte, so leicht zu beobachtender Vorgang allen Forschern bisher entgangen war. Verschiedene von mir angestellte Versuche beseitigten alle etwa vorhandenen Bedenken bezüglich des Thatbestandes; dagegen vermochte ich mich nicht davon zu überzeugen, dass die dafür gegebene Erklärung ebenso einwurfsfrei wäre. Daher entschloss ich mich, die Mechanik des Vorganges einer erneuten Prüfung zu unterwerfen, deren Ergebnisse in der folgenden Darstellung enthalten sind. Bevor ich jedoch zu diesen Ausführungen übergehe, ist es nothwendig, die Beobachtungsthatsachen festzustellen.

Schon Prantl hatte in einer von mir in der obigen Abhandlung

1) Flora 1885, No. 25, 26, 27.

2) Ann. des sciences naturelles, VIIe. ser., tom. II, No. 1. Botanique.

citirten Notiz¹⁾ das plötzliche Auftreten von Luftblasen in den Zellen des Annulus beim Austrocknen derselben beobachtet, ohne dadurch zu einer befriedigenden Lösung des Problems zu gelangen, wie es bei der Lückenhaftigkeit der damals bekannten Beobachtungen nicht anders zu erwarten war. Nichtsdestoweniger scheint mir der erste Versuch nach dieser Richtung wohl der Erwähnung wert; doch glaube ich von einer genaueren Besprechung desselben um so mehr absehen zu dürfen, als ich an anderer Stelle eingehend darüber berichtet habe; jetzt möge mit wenigen Worten der makroskopischen Seite des Phänomens gedacht werden.

Bringt man auf einen Sorus mit aufgesprungenen Sporangien einen Tropfen Wasser, wobei man dafür sorgt, dass die zwischen denselben befindliche Luft das Wasser nicht am Benetzen der Sporangien hindere, und trocknet dann den Ueberschuss mit Filtrierpapier ab, so bemerkt man nach wenigen Minuten in dem Sorus eine wimmelnde Bewegung, welche sich unter der Lupe als ein Krümmen und Schnellen der Sporangien zu erkennen giebt. Mit einer geringen Abänderung lässt sich der Vorgang in folgender Weise wiederholen:

Eine grössere Anzahl trockner Sporangien wird auf einen Objektträger gebracht, etwa 3 Minuten lang angefeuchtet und darauf wieder der Wasserüberschuss mit Löschpapier entfernt; dann sieht man in ganz kurzer Zeit die Sporangien lebhaft, einzelne bis zu einer Höhe von 2—3 *cm* herumspringen, ähnlich den Sporen der Schachtelhalme, einzelne fliegend dabei über den Rand des Objektträgers hinaus, dasselbe Sporangium springt 2, 3, auch 4 mal, ehe es zur Ruhe kommt. Diese Erscheinung lässt sich mit einem und demselben Sporangium beliebig oft wiederholen. Es liegt auf der Hand, dass wir darin ein ausgezeichnetes Mittel zum Ausstreuen der Sporen zu erblicken haben, welches nach jedem Wechsel zwischen feuchtem und trockenem Wetter, vielleicht an jedem Morgen, an welchem die Vegetation stark mit Thau bedeckt ist, in seiner Wirkung mit um so grösserem Erfolge sich wiederholt, je geringer die vorhandenen Sporenmassen werden, durch welche die Bewegungen notwendig eine Abschwächung erfahren.

Beobachtet man ein einzelnes trocknes Sporangium, zu welchem man unter dem Deckglase Wasser treten lässt, bei mässiger Vergrösserung, so bemerkt man, wie der vorher mehr oder minder gestreckte Annulus bald darauf eine dem geschlossenen Sporangium entsprechende Krümmung annimmt und in seinen Zellen Luftblasen oder luftleere Räume, kurz Blasen zeigt, die zuerst das ganze Innere zu erfüllen scheinen, bis sie, allmählich kleiner und kleiner werdend, in längstens 4 Minuten verschwinden; der Annulus ist jetzt geschlossen

1) Tageblatt d. 52. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Baden-Baden. 1879, S. 213.

und jede Zelle mit Wasser erfüllt. Entfernt man nun dieses unter dem Deckglase und sorgt durch einen darunter geschobenen Glassplitter dafür, dass der Annulus nicht zu sehr gedrückt wird, oder ersetzt man das Wasser durch Glycerin, so beginnt derselbe in eben dem Maasse sich zu strecken, in welchem die Austrocknung durch das eine oder andere Medium fortschreitet, wobei die halbcylindrische Deckmembran, welche über die radial gestellten dicken Pfeiler ausgespannt ist, sich tief in das Innere der Zellen einfaltet und die Pfeiler bis auf eine ganz geringe Entfernung einander genähert werden. Diese Streckung findet nun nicht in der geraden Linie ihre Grenze, sondern geht so weit darüber hinaus, bis wieder ein Ring entstanden ist, oder bis das frei gewordene Ende des Annulus eine Drehung von 360° ausgeführt hat, die vorher konvexe Seite zur konkaven geworden ist. Jetzt beginnt das Springen, indem die sich fast berührenden gleichgerichteten Radialverdickungen mit einem Ruck auseinandertreten, die tief zwischen ihnen eingebuchtete dünne Membran ihre frühere schwach gekrümmte Lage wieder annimmt, das ganze Zellumen sich mit einer Blase anfüllt und der Annulus sich auf die Form eines C einstellt. Da dieser Vorgang nicht in allen Zellen in demselben Augenblicke sich abspielt, sondern einzelne von den letzteren oder grössere Gruppen verschieden schnell zum Springen gelangen, so ist leicht einzusehen, weshalb das Sporangium mehrere Male hintereinander auf dem Objektträger die hüpfende Bewegung zeigt. Unmittelbar darauf streckt sich der Ring noch einmal um ein geringes, womit er seinen definitiven Gleichgewichtszustand erreicht hat.

So weit der ohne Mühe zu beobachtende Thatbestand, für welchen Leclerc folgende Erklärung gegeben hat:

Das in den Zellen eines geschlossenen Annulus enthaltene Wasser verdunstet durch die dünne Membran; dadurch entstünde in denselben ein luftleerer Raum, wenn nicht durch den Druck der äusseren Luft die Deckmembran nach innen gepresst und die Enden der Pfeiler genähert würden, so dass das Zellinnere um das Volumen des verdunsteten Wassers vermindert wird. Bei fortschreitender Verdunstung krümmt sich der Annulus unter dem Drucke der Atmosphäre bis zur entgegengesetzten Berührung seiner beiden Enden nach rückwärts, „das Volumen seiner Zellen wird ein Minimum“. Jetzt tritt das Springen ein, dadurch, dass mit einem Male die im Zellsaft — d. h. dem noch vorhandenen Wasser — enthaltene Luft frei wird und dem Drucke der Atmosphäre entgegenwirkend die tief eingestülpte Membran nach oben und die Pfeiler auseinanderdrückt, so dass die Zellen fast ihr ursprüngliches Volumen erreichen. Hierauf verdunstet auch noch der Rest des eingeschlossenen Wassers, während der Ring die zweite schwächere Rückwärtsbewegung ausführt, „die Blase vermehrt ihr Volumen“ und füllt endlich das ganze Zellinnere aus. Zum Schlusse wirft der Autor

die Frage auf, woher es komme, dass der Annulus die gestreckte Form behalte und beantwortet dieselbe dahin, dass die Luft in dem Zellraume in verdünntem Zustande beharre und dass die Membranen beim Trocknen in einen starren Zustand übergehen. Im übrigen finde man auch unter ihnen solche, welche fast ganz geschlossen seien, weil in diesen die Differenz zwischen innerer und äusser Spannung sich fast vollständig ausgeglichen habe.

Den Beweis für die Richtigkeit dieser Theorie scheint Leclerc in der erschöpfenden Erklärung der von ihm beobachteten Thatsachen zu erblicken; wenigstens findet man sonst wenig von einem solchen. Es wird nur darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn man zu einem trocknen Sporangium Wasser treten lässt, dasselbe ziemlich schnell in das Zellinnere eindringt und die ganze Luftblase nicht etwa durch die Membran nach aussen trete, sondern sich vollständig in dem aufgenommenen Wasser löse, woraus man schliessen dürfe, dass sie auch vor ihrem Auftreten im Augenblicke des Schnellens daraus hervorgegangen sei. Er erinnert auch an das bekannte physikalische Experiment, bei welchem man aus einem Glase mit Wasser unter dem Recipienten der Luftpumpe Gasblasen aufsteigen sieht, sobald die Evakuacion beginnt, gerade so, wie bei fortschreitender Verdunstung des Wassers aus dem Reste desselben die Luft in den leeren Raum unter der Deckmembran tritt, wenn das Minimum eingetreten ist und letztere sich nicht weiter einstülpen lässt.

So wohl ersonnen diese Theorie zunächst auch erscheint, so dürfte doch die eine Annahme nicht ohne Bedenken sein, dass die beim Springen auftretende, das ganze Lumen der Zelle fast anfüllende Luftblase in dem kleinen Reste von Wasser, den die ganz zusammengepressten Zellen noch enthalten sollten, gelöst gewesen sein könnte. Bei genauerer Ueberlegung zeigen sich noch andere Bedenken, welche zur Kritik des Leclerc'schen Ideenganges hier kurz besprochen werden mögen.

Gegen die Vorstellung, dass der Ring sich nach rückwärts unter dem Drucke der Atmosphäre umschlägt, lässt sich am wenigsten einwenden, wenn auch der strikte Beweis dafür nicht erbracht ist. Es wird zwar gelegentlich angeführt, dass ein der Länge nach halbirter Annulus keine merklichen Bewegungen ausführe; doch kann man sich dabei des Bedenkens nicht erwehren, dass ein halbirter Annulus sich vielleicht ganz anders verhalte als ein intakter.

Bei weitem grössere Zweifel knüpfen sich an den kritischen Punkt des Schnellens, bei welchem das Volumen der Zellen ein Minimum geworden sein soll. Für diese Thatsache fehlt jedes strenge Kriterium und man ist versucht, den Autor an seine eigenen Worte zu erinnern, mit denen er treffend die älteren Arbeiten zurückweist. Er sagt (S. 9): „L'insuffisance de cette explication saute aux yeux et le mot élasticité,

comme quelquefois celui d'hygroscopicité, sert seulement à cacher l'ignorance où on se trouve de la nature intime des faits". Das ganze ist weiter nichts als eine Umschreibung der Thatsache, dass in einem Augenblicke, für dessen Eintreten zunächst jedes bestimmende Kennzeichen fehlt, plötzlich das Springen beobachtet wird. Nirgends ist ein Anhalt dafür geboten, dass bei fortschreitendem Wasserverluste aus dem Innern der Zellen, wie ein solcher von Leclerc ausdrücklich gefordert wird, eine weitere Annäherung der Pfeiler und ein tieferes Einstülpen der Deckmembran nicht möglich sei. Es hätte gezeigt werden müssen, wodurch diesen beiden Bewegungen Einhalt geschieht, sonst ist mit der Bezeichnung Minimum nichts weiter gesagt, als dass jene aussetzen, weil sie eben nicht weiter gehen.

Das war aber nur die eine Seite der Frage, welche sich an den kritischen Moment knüpfte. Dem logischen Fehler gesellt sich noch eine physikalisch unmögliche Vorstellung, nämlich die plötzliche Entwicklung der im Zellsafte enthaltenen Luft. Schon das vom Verfasser angeführte Experiment mit der Luftpumpe hätte ihn bei weiterem Nachdenken stutzig machen müssen; denn nicht mit einem Male entweicht dort alle Luft aus dem Wasser, sondern dieselbe wird nach Massgabe der herbeigeführten Verdünnung abgegeben, so dass die unter dem Recipienten jeweilig vorhandene Luft dieselbe Spannung besitzt wie die im Wasser gelöste; selbst in den luftleeren Raum gebracht würde nur ein Theil entweichen, bis eben zwischen diesem und dem zurückgebliebenen Reste die Spannung gleich ist.

Zur direkten Widerlegung der Leclerc'schen Anschauungsweise denke man sich den folgenden Versuch ausgeführt:

Ein an dem einen Ende offener Glascylinder werde vollständig mit lufthaltigem Wasser gefüllt und darauf dicht mit einer Membran verschlossen, welche für Wasser aber nicht für Luft permeabel sei. Kehrt man jetzt das Gefäss um, so dass während der Verdunstung des Wassers letzteres immer mit der Membran in Berührung bleibt, dann wird offenbar mit fortschreitender Transpiration die Membran nach innen gedrückt und gespannt werden. Diese Spannung kann aber nur durch Inanspruchnahme des Luftdrucks geschehen. Wenn derselbe beispielsweise mit einem Gewichte von 50 *kg* auf der Membran lastet, und es werden bei einem gewissen Grade der Verdunstung 10 *kg* zur Spannung der letzteren verbraucht, so ist der Druck der Luft, unter welchem das Wasser steht, um $\frac{1}{5}$ vermindert, und es wird jetzt ganz dasselbe eintreten, was man bei Verminderung des Luftdruckes unter dem Recipienten zu beobachten Gelegenheit hat, d. h. es wird aus dem Wasser etwas Luft entweichen und sich im oberen Theile des Cylinders ansammeln. Denkt man sich der Einfachheit halber letzteren so kurz, dass das Gewicht der Wassersäule dem der Luft gegenüber vernachlässigt werden kann, so wird in jedem Augenblicke der Druck der über

dem Wasser angesammelten Luft, gemessen in Kilogrammen, gleich dem um die Spannung der Membran verminderten Gewichte der Atmosphäre sein; demnach werden bei fortschreitender Wasserverminderung das Einpressen der Membran unter stetig wachsender Inanspruchnahme des äusseren Druckes zu ihrer Spannung und das Entweichen der Luft aus dem Wasser parallel neben einander hergehen, nicht aber wird, wie Leclerc meint, erst die Membran eingestülpt werden und dann zu einer nicht näher angegebenen Zeit plötzlich die ganze im Wasser gelöste Luft freiwerden, was mit einer continuierlichen Veränderung der Bedingungen, wie solche doch beim Austrocknen der Sporangien vorhanden ist, schlechterdings unvereinbar ist.

Dass auch das Argument, welches sich auf das Verschwinden der Luftblasen stützt, nicht zutreffend ist, werde ich bei Besprechung meiner eigenen Experimente zeigen. An dieser Stelle will ich nur noch darauf hinweisen, dass die Vergrösserung der Luftblasen, welche Leclerc beobachtet haben will, wenn der Annulus sich zum zweiten Male schwächer zurückkrümmt, auf einem Irrtum beruhen muss; denn wie wir gesehen haben, wird ja angenommen, dass nach dem Springen neben der Luftblase in den Zellen noch etwas Wasser enthalten sei — von dem ich, beiläufig gesagt, nie etwas beobachtet habe — in welchem die Luft gelöst war. Wenn nun auch dieser Rest verdunstet und dadurch der Ring aufs neue sich krümmt, wieder unter dem Einflusse des Luftdrucks, so kann selbstverständlich von einer irgendwie zu beobachtenden Vergrösserung der Blase nicht die Rede sein, da ja das Volumen jeder Zelle genau um das des verdunsteten Wassers vermindert wird.

Damit sind alle wesentlichen Punkte berührt, welche bei den Deduktionen von Leclerc Bedenken erregen. Ich gehe daher jetzt zur Besprechung der Versuche über, auf welche meine eigne Ansicht sich stützt.

Zunächst betrachtete ich es als meine wesentlichste Aufgabe, nachzuweisen, dass der Luftdruck überhaupt das wirksame Agens sei, was nicht ohne weiteres klar war und mir selbst erst nach manchen Zweifeln zur Gewissheit wurde. Zu dem Ende liess ich Sporangien unter dem Recipienten der Luftpumpe trocken, während das Barometer einen Druck von etwas über 2 cm Quecksilber anzeigte. Da hierbei selbstverständlich die mikroskopische Beobachtung ausgeschlossen war, so konnte auch nicht festgestellt werden, ob, wie man hätte erwarten sollen, bei der Verminderung des Atmosphärendruckes auf ca. $\frac{1}{3}$ das Zurückkrümmen des Annulus weniger schnell von statten ging. Dagegen konnte ein Zweifel darüber nicht obwalten, dass die Sporangien auf dem Objektträger ebenso energisch herumsprangen, wie unter gewöhnlichen Druckverhältnissen. Ein zweiter Versuch, bei welchem ich den Toricelli'schen Raum anwendete, in dem der Druck allerdings nur wenig geringer war als unter dem Recipienten, lieferte genau das-

selbe Resultat, so dass die Frage dadurch nahe gerückt schien, ob überhaupt bei dem ganzen Vorgange der Luftdruck eine Rolle spielte. Da aber ohne denselben nur mit Annahmen und Vorstellungen zu operieren war, welche die Möglichkeit der Begründung völlig ausschlossen und im Grunde nichts weiter sein konnten als eine Umschreibung der Thatsachen mit physikalischen Wendungen, so glaubte ich annehmen zu müssen, dass selbst ein so geringer Luftdruck, wie in den beiden vorigen Experimenten, zur Bewegung der Sporangien genügend und die Wirksamkeit desselben erst dann auszuschliessen sei, wenn es sich möglich machen liess, ihn gänzlich zu eliminieren. Letzteres gelang mir allerdings erst nach vielen misslungenen Bemühungen durch einen wider Erwarten glücklichen Schnitt, welcher parallel zur Symmetrieebene verlaufend, von einem Annulus nur eben den Rand entfernte und 2 Zellen gänzlich intakt liess. Fig. 1 giebt das Bild desselben in Glycerin; die Stellen, an welchen die Zellen offen sind, sowie die intakt gebliebenen treten deutlich hervor. Figur 2 ist ein genauer Querschnitt des Annulus; die Linie a b darin stellt an-

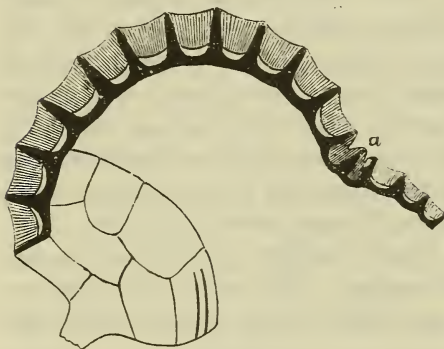


Fig. 1.

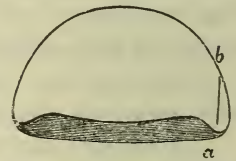


Fig. 2.

nähernd die Richtung des geführten Schnittes dar. Dieses Präparat, aus Wasser in Glycerin gebracht, bewies nun zweifellos, dass der Luftdruck für die Krümmung nach rückwärts das Entscheidende war; denn nur die beiden intakten Zellen (a in Fig. 1) zeigten eine tiefe Einstülpung ihrer Aussenmembran und Annäherung der Radialverdickungen, während alle anderen keine bemerkbaren Veränderungen erkennen liessen.

Derselbe Annulus war auch in vorzüglicher Weise geeignet, meine in der früheren Arbeit aufgestellte Ansicht zu bestätigen, nach welcher der endliche Gleichgewichtszustand der Sporangien hauptsächlich durch die stärkere Kontraktion der cylinderförmigen Decke herbeigeführt werde. Fig. 3 giebt die Krümmung des angeschnittenen Annulus im Wasser an, Fig. 4 im lufttrocknen Zustande; die Vergleichung beider Figuren macht jede weitere Auseinandersetzung überflüssig.

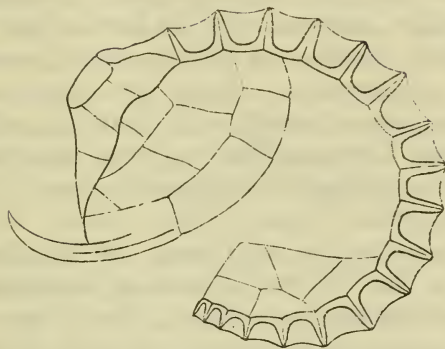


Fig. 3.

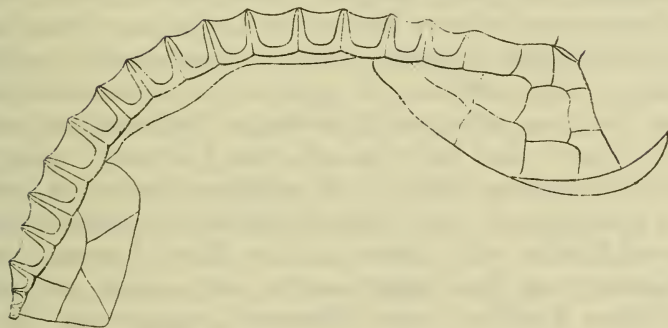


Fig. 4.

Endlich gab dasselbe Präparat auch noch Auskunft über die Beschaffenheit der Luft in den trocknen Sporangien. Ich war zuerst der Ansicht, dass dieselbe mit der Atmosphäre gleiche Spannung haben müsste, da ich mir nicht denken konnte, dass trockne Zellwände bei wochenlangem Liegen an der Luft den völligen Ausgleich zwischen aussen und innen verhindern sollten. Vielmehr glaubte ich annehmen zu müssen, dass die definitive Streckung allein durch das aktive Verhalten der dünnen Membran bedingt werde. Wenn diese Vorstellung den Verhältnissen entsprach, so mussten offenbar die Blasen im angeschnittenen Annulus, die ja auch nur Luft von atmosphärischer Spannung enthielten, wie solche von mir in allen Sporangien vorausgesetzt wurde, bei Wasserzutritt ebenso rasch verschwinden wie die bei unversehrten. Der Versuch zeigte jedoch, dass dies keineswegs der Fall war: es gehörte mehr als eine Viertelstunde dazu, ehe die Luft in den geöffneten Zellen durch Wasser ersetzt wurde, während der gleiche Vorgang bei nicht angeschnittenen Zellen kaum 3 Minuten Zeit in Anspruch nahm, ein Zeichen, dass die Luft in den Sporangien verdünnt sein musste. Ebenso gewiss folgte aber aus der wenn auch langsamen Erfüllung der Zellen meines Annulus mit Wasser, dass das

Argument von Leclerc, welches er aus dem Verschwinden der Luftblasen herleiten wollte, durchaus nicht das bewies, was daraus gefolgt wurde, dass nämlich dieselben im Zellsafte gelöst gewesen waren, weil sie wieder darin verschwanden. Streng genommen war dieser Grund auch ohne Weiteres schon deshalb nicht stichhaltig, weil die Luftblasen aus einem um vieles kleineren Wasservolumen entstehen, als dasjenige ist, von welchem sie schliesslich aufgenommen werden, wenn die Zellen wieder ihr ursprüngliches Volumen erreicht haben. Nur der Nachweis, dass dasselbe Wasserquantum zur Lösung der Luftblasen ausreichend sei wie dasjenige, dem sie ihre Entstehung verdanken sollten, hätte Anspruch auf Berücksichtigung verdient. Durch mein Experiment ist festgestellt, dass sogar eine Luftmenge von der Grösse des Zellumens vom Wasser aufgelöst wird und zwar offenbar deshalb, weil das zwischen dem Objektträger und dem Deckglase eingeschlossene Wasser in Folge der Kapillarspannung grössere Mengen von Luft zu absorbieren vermag. Ist nun aber dadurch dargethan, dass die Annuluzellen der Sporangien verdünnte Luft enthalten, so muss an dem Zustandekommen der definitiven Streckung neben der Aktivität der Deckmembran auch der Druck der äusseren Luft theilhaftig sein, eine Folgerung, welche durch das häufige Vorkommen völlig gerade gerichteter Sporangien nicht unbedeutend gestützt wird. Der vollständige Ausgleich zwischen äusserem und innerem Drucke wird darum nicht zu Stande kommen, weil die dünne Membran stets Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und dadurch dem Eindringen derselben einen Widerstand entgegengesetzt, der noch um den im Innern herrschenden Druck vermehrt wird.

Aus diesem Allen ging für mich die Ueberzeugung hervor, dass die plötzliche Entstehung der Luftblasen beim Schnellen aus dem in den Zellen noch vorhandenen Wasser, von dessen unzweifelhaftem Vorhandensein ich mich durch kein Experiment habe überzeugen können, nicht nur nicht bewiesen, sondern im Gegentheil aus physikalischen Gründen unmöglich sei. Unterstützt wurde ich in dieser Ueberzeugung noch durch folgendes Experiment: Trockne Sporangien wurden in Wasser gebracht, aus welchem durch längeres Kochen alle Luft vertrieben war. Nachdem das Sieden so lange fortgesetzt worden war, bis man annehmen konnte, dass die Annuli mit Wasser sich gefüllt hätten, wurden dieselben schnell auf den Objektträger gebracht und alsbald Glycerin zugesetzt. Auch jetzt aber zeigten sich die Luftblasen, obgleich man voraussetzen durfte, dass in dem Wasser keine Luft enthalten war, da bei dem Uebertragen aus dem Kochgefässe auf den Objektträger durch die imbibierten Membranen keine Luft aufgenommen sein konnte, ebensowenig wie durch Diffusion unter dem Deckglase.

Nicht minder unwahrscheinlich war die Annahme, dass die im Augenblicke des Springens auftretenden Blasen nicht lufteerfüllte, sondern leere Räume seien, da man in diesem Falle die plötzliche Vergrösserung

der Pfeilerabstände auf ebenso plötzliche molekulare Veränderungen in den Zellwänden zurückführen müsste, eine ebenso unerweisliche wie unwahrscheinliche Voraussetzung. Es bleibt daher nur noch die eine Möglichkeit übrig, dass die im Momente des Schnellens auftretende Luft aus der Atmosphäre oder aus dem umgebenden Glycerin stammt. Nach meiner Ueberzeugung hat man sich daher bis auf weiteres an folgende Erklärung der im Vorstehenden besprochenen Erscheinung zu halten:

Das Aufreissen der Farnsporangien und die Drehung des freien Annulusendes um 360 Grad hat als alleinige Ursache den Druck der Atmosphäre, welcher durch die Transpiration und Verdunstung des Wassers in den Annuluszellen in Wirksamkeit tritt. Nach Beendigung dieses Vorganges erreicht die dünne halbcylindrische Deckmembran sehr schnell denjenigen Grad der Trockenheit, in welchem sie unter dem Drucke von einer Atmosphäre für Luft permeabel wird. Letztere dringt daher plötzlich in die Zellen ein, welche in Folge dessen annähernd ihr früheres Volumen annehmen. Die eingedrungene Luft hat aber nicht die Spannung der Atmosphäre, da mit ihrer Aufnahme in das Lumen der Zellen die Kraft des äusseren Druckes so weit vermindert wird, dass sie den Widerstand der lufttrocknen Membran nicht mehr zu überwinden vermag. Der definitive Zustand des Annulus ergibt sich aus der aktiven Verkürzung der dünnen Decke und der in den Zellen noch vorhandenen Luftverdünnung.

Figuren-Erklärung.

- Fig. 1. Ein der Länge nach angeschnittener Annulus von *Scolopendrium vulgare* in Glycerin; bei a zwei unverletzte Zellen. (1:250)
- „ 2. Querschnitt durch einen Annulus derselben Pflanze; ab die Durchschnittsline für Fig. 1. (1:630).
- „ 3. Dasselbe Sporangium wie bei 1., in Wasser. (1:250).
- „ 4. Dasselbe Sporangium wie bei 1., im lufttrocknen Zustande. (1:250)

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Schrod J.

Artikel/Article: [Der mechanische Apparat zur Verbreitung der Farnsporen. 396-405](#)