© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier aus der bei diesen noch möglichen Fremdbestäubung, meist aber Selbstbestäubung, der oben beschriebene Zustand herausgebildet, welcher die Bestäubung auch durch fremde Beihülfe unmöglich machte, womit es Hand in Hand ging, dass die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Wurzelknollen sich immer mehr ausbildete. Diese letztere ist nun heutzutage in den meisten Fällen zur Alleinherrschaft gekommen, und nur dann und wann, vielleicht durch den Einfluss des Wetters, kommt es dahin, dass an Exemplaren, welche sonst keine Blüthen tragen, diese plötzlich wieder auftreten, als eine Rückkehr zu früheren Zeiten. Diese Blüthen kehren aber dann doch meist nicht wieder zur Fruchtbarkeit und nie zu dem früheren Bestäubungsmechanismus zurück, sondern zeigen die im Vorstehenden beschriebene Degeneration desselben.

---

60. J. Schrodt: Zur Oeffnungsmechanik der Staubbeutel.

Eingegangen am 22. October 1901.

Bekanntlich besteht bei den mono- und dicotylen Pflanzen die Wand der Staubbeutel aus drei differenten Schichten: der Epidermis aussen, der Tapetenschicht innen, deren Zellen bei der Reife des Organs aufgelöst sind und in diesem Zustande oft einen schleimigen Ueberzug bilden, und der Faserschicht zwischen beiden. Deren bald längs-, bald quertangential gestreckte Zellen sind mit eigenthümlichen faserförmigen Verdickungen versehen, die auf der inneren Tangentialwand stets am stärksten sind und hier oft zu sternförmigen Platten zusammenfliessen, dann auf den Seitenwänden sich verjüngend entlanglaufen und auf der äusseren, mit der Epidermis verwachsenen Tangentialschicht zapfenförmig endigen. Von dieser mittleren Schicht steht fest, dass sie das Instrument ist, dessen sich die Pflanze zum Oeffnen der Fächer bedient; es ist einwandsfrei nachgewiesen, dass Querschnitte durch dieselbe für sich allein nach Beseitigung der beiden anderen Schichten beim Trocknen und Befeuchten dieselben Bewegungen ausführen, welche sich bei vollständigen, alle drei Lagen aufweisenden Querschnitten beobachten lassen.

Ob das Vorhandensein der äusseren und inneren Schicht die Wirksamkeit der mittleren in irgend einer Weise beeinflusst, was man von vorn herein doch annehmen sollte, ist bisher noch nicht Gegenstand der Untersuchung gewesen, da die Forschung genug mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Frage zu thun hatte, wie denn nun eigentlich die Faserzellen wirken, oder in welcher Beziehung der anatomische Bau derselben zur Function steht. Bis in die jüngste Zeit wurde von den Botanikern auf Grund von Untersuchungen von Leclerc du Sablon, Steinbrinck und mir wohl allgemein angenommen, dass die Antherenklappen ihre Bewegungen beim Austrocknen durch die Verkürzungen der dünnen Membrantheile zwischen den Fasern und durch die Verlängerungen beim Befeuchten ausführen, also im Wesentlichen hygroskopischer Natur sind, wobei die Anordnung der Verdickungsleisten für die Richtung der Bewegung bestimmend ist. Als aber von Steinbrinck und mir für die Bewegungen des Annulus der Farne die Cohäsion des Wassers in den Zellen und die Adhäsion desselben an den Zellwänden zur Erklärung herangezogen wurden, hielt sich Kamerling auf Grund seiner Studien über die Zellmembran und über Oberflächenspannung und Cohäsion[1]) für berechtigt, unsere Anschauungen auf die Antheren zu übertragen, also die Behauptung aufzustellen, dass nicht die hygroskopische Verkürzung der dünnen Membrantheile, sondern die Adhäsion und Cohäsion der Wassermolekeln beim Schwinden des Füllwassers die Ursache der Volumverkleinerung der Faserzellen und somit der Bewegung der Antherenklappen sei. Ihm schloss sich alsbald Steinbrinck an[2]), was für die Sache um so mehr in's Gewicht fallen musste, als derselbe bisher auf Grund seiner eingehenden Studien über den Gegenstand in mehreren Veröffentlichungen sich als überzeugter Anhänger der Schrumpfungstheorie gezeigt hatte. Doch nicht alle Vertheidiger der letzteren folgten Kamerling. Schon im Jahre 1899 trat Schwendener, aus dessen Institute meine Arbeiten über den Gegenstand hervorgegangen waren und der wie Steinbrinck den Anspruch erheben durfte, durch eigene Beobachtungen an zahlreichen Präparaten sich ein Urtheil gebildet zu haben, im 17. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin für die alte Anschauung auf's Ueberzeugendste ein. Somit stehen sich gegenwärtig zwei Theorien ziemlich unvermittelt gegenüber. Beiden gemeinsam ist die Anschauung, dass die Mechanik ihren Sitz in der mittleren, der Faserschicht, hat, und dass das Zurückrollen der Klappen, das Oeffnen, darin seinen Grund hat, dass die Zellwände der activen Schicht auf der äusseren Tangentialseite dünner sind als auf der inneren, dort also sich stärker contrahiren oder falten und dadurch sich aufrollen, etwa wie ein Blatt Papier, dessen eine Seite man befeuchtet, so dass sie grösser wird als die trockene, sich dadurch so aufrollt, dass die kürzere trockene Seite die innere wird. Beide nehmen ferner an, dass die activen

1) Bot. Centralblatt 1897 und 1898.
2) Berichte der Deutschen Bot. Ges. 1898.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zellen todt sind und für das Spiel des Mechanismus keine dem Lebensprocess entstammenden Kräfte in Betracht kommen. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden ist folgender: Die einen sehen in der auffallend grossen Contraction der dünnen Membrantheile zwischen den Fasern, die in der zu den Fasern senkrechten Richtung bis zu 75 pCt. betragen kann, die wirksame Kraft und behaupten, dass die Bewegungen erst beginnen, **nachdem** das Wasser aus dem Zelllumen geschwunden ist, oder **nachdem** das Zellbild unter dem Mikroskop dunkel geworden wie das einer Luftblase[1]); sie behaupten ferner, dass die dünnen Membrantheile im trockenen Zustande straff gespannt sind, wie es die Theorie fordert. Die anderen erblicken in dem Schwinden des an den Zellwänden adhärirenden Füllwassers die Ursache der Volumverminderung und behaupten dem entsprechend, dass die Bewegungen der Klappen schon eintreten, wenn die Zellen noch mit Wasser gefüllt sind, also **bevor** die „Luftblase" in ihnen auftritt, und dass ferner im trockenen Zustande die dünnen Membrantheile zwischen den Verdickungsleisten nach innen gefaltet und zerknittert, aber nicht straff gespannt sind. Das sind in den Hauptzügen die Gegensätze. Man sollte meinen, dass es leicht möglich sein müsste, durch eine einfache Beobachtung zwischen den beiden Auffassungen zu entscheiden. Geht man aber an die Sache heran, so stösst man sehr bald auf Schwierigkeiten wie die Kleinheit der Objecte, die verschiedene Grösse der Faserzellen, welche sich ungleich schnell entleeren u. a. m. Jedenfalls sind seit der oben citirten SCHWENDENER'schen Veröffentlichung keine Beiträge zur Entscheidung der Frage erschienen bezw. zu meiner Kenntniss gelangt.

Die nachfolgenden Versuche und Beobachtungen, welche an meine früheren Arbeiten über den Gegenstand anknüpfen, wurden ursprünglich in der Absicht unternommen, die Thatsachen für die eine oder andere der beiden Theorien zu vermehren, und ich ging an die Aufgabe heran in der Meinung, dass es sich nur um Contraction der Membran oder um Adhäsion und Cohäsion handeln könne. Im Laufe der Untersuchung bin ich jedoch zu der Ueberzeugung gelangt, dass neben der einen oder der anderen jener beiden Kräfte dem Turgor der lebenden Zelle noch eine bisher übersehene Rolle zufällt.

Wie ich oben schon erwähnte, gehen alle mir bekannten Forscher von der Annahme aus, dass die Zellen der Faserschicht todt sind und im Innern Wasser oder Luft enthalten; sie benutzen daher zu ihrer Argumentation meist Querschnitte durch trockenes Material. Ich machte

1) Der Kürze halber will ich im Folgenden das unter dem Mikroskop dunkel erscheinende Lumen der Faserzellen nach Verlust ihres Füllwassers als „Luftblase" bezeichnen, ohne damit über die Beschaffenheit des Inhalts, über welche die Ansichten noch getheilt sind, etwas aussagen zu wollen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

es mir nun zunächst zur Aufgabe, festzustellen, in welchem Stadium des Blühens das Absterben jener Zellen erfolgt, bezw. wann in ihnen die Luftblase auftritt. Zu diesem Zwecke entnahm ich im Frühjahr d. J. einer *Forsythia*-Art Staubgefässe verschiedensten Alters, legte dieselben sofort nach dem Abpflücken in bereit gehaltenes gut gereinigtes Maschinenöl und untersuchte nun zu Hause mit schwacher und stärkerer Vergrösserung die ganzen abgetrennten Klappen der verschiedenen Altersstufen. Diejenigen von ihnen, welche trocken, geschrumpft, und nur noch mit wenig Blüthenstaub bedeckt waren, zeigten ausnahmslos im Innern Luftblasen; dagegen enthielten diejenigen, welche eben aufgesprungen waren, keine Spur davon, eine Thatsache, welche in keine der beiden obigen Theorien hineinpasste. Um dieselbe ganz sicher zu stellen, sammelte ich dasselbe Material noch einmal ein, suchte nun aber nur diejenigen Staubbeutel heraus, welche sich eben öffneten oder geöffnet hatten und legte einen Theil derselben in Oel, den anderen in Glycerin. Bei der Auswahl nahm ich vorzugsweise solche, bei denen entweder der Oeffnungsspalt sich deutlich zeigte, ohne bereits seine volle Grösse erlangt zu haben oder bei denen die eine Hälfte des Staubbeutels schon aufgesprungen, während die andere noch geschlossen war. Wiederum konnte ich unzweifelhaft feststellen, dass bei beiden Arten der Aufbewahrung die Faserzellen keine Luft enthielten. Nur war der Oeffnungsvorgang bei den Glycerin-Präparaten, wie leicht erklärlich, etwas weiter vorgeschritten.

Damit war die weitere Frage nach dem Inhalte jener Zellen gegeben. Zu ihrer Beantwortung wurden sowohl ganze Klappen als auch Querschnitte von Antheren verschiedener Arten von Irideen und Liliaceen, die natürlich alle der Bedingung entsprachen, dass sie sich eben geöffnet hatten, erst kurze Zeit mit Glycerin behandelt und darauf mit Methylgrün oder Jodgrün gefärbt. Die dann erhaltenen Bilder liessen jedesmal einen von der Wand abgelösten Plasmakörper und in denselben eingebettet einen grossen, fein granulirten scharf begrenzten Zellkern erkennen, woraus ich schliessen zu dürfen glaubte, dass lebende Zellen durch das Glycerin getödtet worden waren.

Ferner wurden einer Magnolienblüthe unreife Antheren entnommen, die Staubbeutel an der Naht mit einem feinen Messer aufgeschnitten und dann einige Stunden in Glycerin gelegt. Der Erfolg war, dass sich die Staubbeutel wie reife geöffnet, d. h. aufgerollt hatten. Hier hatten sicher noch wachsende turgescente Zellen vorgelegen, und die Oeffnungsbewegungen sind nur durch Schwinden des Turgors in dem wasserentziehenden Glycerin zu erklären.

Denselben Versuch änderte ich in der Weise ab, dass ich als wasserentziehendes Mittel die Luft verwendete: Aus einer Fuchsien-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

blüthe, deren äusserer Perigonkreis sich eben zu öffnen begann, entnahm ich die Antheren, zerlegte dieselben in etwa $^1/_2$ *mm* dicke Querschnitte, öffnete an jedem derselben die Fächer durch einen feinen Schnitt und liess diese Präparate $^1/_2$ bis 1 Stunde auf Löschpapier an der Luft liegen. Dann streckten sich die vier Klappen und rollten sich rückwärts um, wie bei normalen reifen Antheren, ohne dass irgendwie Luft in den Faserzellen aufgetreten wäre.

Aus diesen Versuchen, die mit verschiedenen Arten wiederholt wurden, scheint mir mit Sicherheit hervorzugehen, dass **bei dem erstmaligen Oeffnen der Staubbeutel** die bisherigen Vorstellungen über die Ursache desselben keine Geltung haben können, vielmehr **das Schwinden des Turgors** als die allein mögliche betrachtet werden muss; denn die Zellen der aufspringenden Staubbeutel enthalten keine Luft, sondern Plasma.

Die Fasern und Verdickungen auf der inneren Tangentialseite spielen bei dieser Erklärung dieselbe Rolle wie bei den früheren: Die lebenden Zellen sind durch den Turgordruck gespannt, natürlich dort am meisten, wo sie am dehnbarsten sind, d. h. auf der äusseren Tangentialseite. Schwindet der Turgor, so wird auch hier die Contraction am stärksten sein, und die Klappe muss sich nach aussen umrollen.

Nach diesen Beobachtungen und den daraus gezogenen Schlüssen drängt sich von selbst die Frage auf, welche Bedeutung für das Leben der Pflanze die früher festgestellten bemerkenswerthen Thatsachen: das Oeffnen und Schliessen der Klappen und Querschnitte abgestorbener Organe beim Trocknen und Befeuchten haben. Ich meine, sie sind eine willkommene Ergänzung der durch Turgescenzschwankungen eingeleiteten Vorgänge. Die todte Anthere hält den Zustand der aufgeblühten fest, vergrössert noch die Dehiscenz und, indem sie bei feuchtem Wetter sich schliesst, schützt sie den Pollen vor dem Verderben und Abgewaschenwerden; indem sie bei trockenem Wetter sich wieder öffnet, macht sie ihn auf's Neue für die Befruchtung zugänglich.

Es leuchtet endlich ein, dass mein hiermit gelieferter Beitrag zur Oeffnungsmechanik bis hierher keine der beiden früheren Theorien unterstützt. Ich will jedoch bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen meine Ansicht dahin auszusprechen, dass ich der ersten, zuletzt von SCHWENDENER vertretenen Auffassung den Vorzug gebe. Denn 1. ist die auffallend starke Contractionsfähigkeit der Faserzellen, wie sie von SCHWENDENER constatirt wurde, nach der KAMERLING'schen Deutung eine völlig nutzlose Eigenschaft; 2. habe ich unter meinen zahlreichen Präparaten niemals eins gefunden, bei welchem die trockenen Faserzellen gefaltete oder zerknitterte Wände gehabt hätten; 3. sollte man erwarten, dass bei dem Vorhandensein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der ziemlich starken U-förmig verbundenen Strebepfeiler, die SCHINZ mit Zangen verglichen hat, beim Zerreissen des schwindenden Füllwassers Springbewegungen ähnlich denen am Annulus der Farne sich zeigen müssten. Auch etwas dem Aehnliches habe ich nie beobachtet.

Ich halte also bis auf Weiteres an folgender Auffassung fest:

Das Aufblühen der Antheren, d. h. das Oeffnen und erste Rückwärtsrollen wird durch den schwindenden Turgor der lebenden Faserzellen hervorgebracht.

Die Bewegungen der abgestorbenen Antherenklappen haben als Ursache die Contraction der Membran.

61. F. Hegelmaier: Ueber einen neuen Fall von habitueller Polyembryonie.

Eingegangen am 24. October 1901.

Die Veranlassung zu der nachstehenden Mittheilung giebt dem Verfasser nicht sowohl die Beschaffenheit der darin beschriebenen Entwickelungsverhältnisse, denn dieselben bieten an sich nichts Neues insofern, als sie von einem Charakter sind, der von dem einiger anderen in der Litteratur verzeichneten Fälle nicht wesentlich verschieden ist, als vielmehr der auffallende und schwer zu erklärende Umstand, dass regelmässige Polyembryonie bei einem unserer gewöhnlichsten Waldkräuter — wenigstens gilt diese Bezeichnung für den Wohnort des Verfassers — besteht, ohne bis jetzt, soweit sich irgend hat ermitteln lassen, von einem Beobachter bemerkt worden zu sein. Längeren eifrigen Suchens nach einschlägigen Vorkommnissen hat es allerdings bedurft, um ein solches bei *Euphorbia dulcis* Jacq. aufzufinden. Uebrigens hat, wie aus dem Weiteren hervorgehen wird, das im verflossenen Vorsommer gesammelte sowie sonst zur Verfügung stehende Material noch nicht hingereicht, um einige auf das Verhalten dieser Pflanze bezügliche Punkte zu erledigen, daher auch diese Zeilen nur den Charakter einer vorläufigen Notiz beanspruchen können, die bei nächster Gelegenheit noch einer Vervollständigung bedürfen wird und alsdann auch mit den nöthigen Figuren belegt werden mag.

Wenn vorhin der Fall von *Euphorbia dulcis* als ein neuer bezeichnet wurde, so bedarf dies zunächst einer Begründung insofern,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 19

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

Artikel/Article: Zur Oeffnungsmechanik der Staubbeutel. 483-488