

69. C. Steinbrinck: Zum Oeffnungsproblem der Antheren

Eingegangen am 11. December 1901.

Das Octoberheft der diesjährigen Berichte unserer Gesellschaft enthält (S. 483 bis 488) eine Mittheilung von SCHRODT, die sich, um für die Oeffnungsbewegungen der Antherenklappen die „Schrumpfungstheorie“ wenigstens theilweise zu retten, bemüht, einen Gegensatz im Verhalten der frischen, eben gereiften, und der trockenen Staubbeutel aufzustellen. Für den ersten Oeffnungsvorgang der Antheren innerhalb der Blüthe lässt SCHRODT nämlich die Annahme eines Schrumpfungsmechanismus fallen, weil er die dynamischen Zellen derselben safterfüllt und sogar Protoplasma führend gefunden hat. Dagegen hält er hinsichtlich der Bewegungen, die an vertrockneten Staubbeuteln nachträglich auftreten, wenn sie von Neuem wasserdurchtränkt worden sind und dann wieder austrocknen, an der Membranschrumpfung als Ursache fest. Für die erste Auswärtskrümmung der frischen Antheren macht er jedoch nicht, wie KAMERLING und ich, die Cohäsionswirkung des Zellsaftes ihrer fibrösen Elemente, sondern die Herabsetzung des Turgors derselben verantwortlich.

Dieser neue Lösungsversuch ist meines Erachtens völlig verfehlt. Ich könnte seine Widerlegung von anderer Seite stillschweigend abwarten. Da ich mir aber bewusst bin, es mitverschuldet zu haben, wenn man geneigt ist, der sogenannten Schrumpfungstheorie der hygroskopischen Objecte einen erheblich grösseren Geltungsbereich zuzuweisen, als ihr gebührt, so möchte ich durch die nachfolgenden Zeilen, sowie für die Theilnehmer an der Decembersitzung unserer Gesellschaft durch Beifügung einiger erläuternder makro- und mikroskopischer Präparate meinen Theil dazu beitragen, um den verursachten Irrthum möglichst bald wieder zu beseitigen. Zudem erachte ich die Klärung des Antherenproblems darum für wichtig, weil dasselbe seine Lösung in einfachen physikalischen Vorgängen findet, die zwar vorläufig Manchen noch etwas fremdartig anmüthen, denen aber nichts desto weniger innerhalb der Pflanzenwelt in lebenden und toten Geweben ein ausgebreiteter Wirkungskreis zugesprochen werden muss.

Was zunächst die frischen Antheren anbetrifft, so legt SCHRODT ein Hauptgewicht darauf, dass sie, wenn sie innerhalb der Blüthe zum ersten Male den Blütenstaub entlassen, in den Faserzellen noch lebendes Protoplasma mit dem Zellkern enthalten. Er scheint zu glauben, dass diese Wahrnehmung Anderen entgangen sei. Ich bin

jedoch bereits vor drei Jahren durch Herrn Prof. ROTHERT hierauf aufmerksam gemacht worden, habe jenen Umstand in meinen späteren kurzen Berichten aber gar nicht erwähnt, weil es hinsichtlich der Mechanik der in Rede stehenden Oeffnungsbewegung ohne wesentlichen Belang ist, ob in jenen Zellen ausser dem Zellsaft noch lebendes oder todttes Protoplasma vorhanden, oder ob dasselbe vorher resorbirt worden ist. Erweist es sich doch ferner auch als gleichgiltig, ob die Flüssigkeit im Innern der Faserzellen aus dem ursprünglichen Zellsaft besteht, oder ob sie nach dem Austrocknen der Staubbeutel und erneuter Schwellung durch „fremdes“, von aussen eingedrungenes Wasser ersetzt ist! Wenn SCHRODT meine Behauptung, die Faserzellen der Antheren enthielten beim Aufspringen derselben noch keine Gasblasen, zu meiner Genugthuung bestätigt gefunden hat, warum macht er nun mit dieser Prüfung bei den eben erst gereiften Antheren halt? Hätte SCHRODT meine Angaben über die Contraction der wassererfüllten todtten Gewebe auf Seite 169 und 170 der SCHWENDENER-Festschrift, sowie in diesen Berichten, 1899, Seite 103, mehr beachtet, so hätte er die unhaltbare Grenze zwischen frischen und älteren Antheren nicht gezogen und die Turgorabnahme¹⁾ der ersteren aus dem Spiel gelassen. Wie wenig der lebende Zustand der fibrösen Antherenzellen zum Zustandekommen des normalen Aufspringens ihrer Fächer nöthig ist, ergibt sich ja auch schon daraus, dass sich reife Staubbeutel, die vor dem Aufspringen in Alkohol getödtet sind, nachher ganz in gewöhnlicher Weise zu öffnen vermögen, wenn man sie austrocknen lässt.

Auch in rein physikalischer Beziehung erweckt die „Turgorhypothese“ SCHRODT's grosses Bedenken. Nach ihr müssten wir die Membranen der fibrösen Antherenzellen vor dem Aufspringen ganz ausserordentlich gedehnt denken, denn ihre Entspannung soll ja erst eintreten, wenn die Klappen stark nach aussen gekrümmt oder gar gerollt sind. Welche Kraft soll es nun aber sein, die die völlig ausgetrockneten Klappen bei erneuter Wasserdurchtränkung (annähernd oder vollständig) in die Form des geschlossenen Faches zurückführt? Die Membranquellung könnte sie doch nur bis zu jenem Gleichgewichtszustand der Entspannung bringen, so dass sich die Fächer nie auch nur halbwegs wieder zu schliessen vermöchten, die Klappen vielmehr auch in Wasser ihre Auswärtskrümmung bewahren müssten.

Jedoch verweilen wir nicht länger bei diesen Bedenken, deren sich SCHRODT wohl zum Theil selbst bewusst gewesen sein wird.

1) Diese hat manchmal allerdings einen gewissen beschränkten Einfluss auf die Form der Antheren, wenn die aufgesprungenen Klappen nach der völligen Imbibition, wie bei *Crocus*, nicht genau zu ihrer ursprünglichen Krümmung zurückkehren. Im Grossen und Ganzen ist die Turgoränderung für unsere Frage nicht von Bedeutung. (Siehe diese Berichte 1900, XVIII, S. 50.)

Wenn er sich trotzdem zu einer solchen Nothhypothese entschlossen hat, so scheint mir, abgesehen von der oben erwähnten Unvollständigkeit seiner Beobachtungen über die Bewegungsvorgänge bei todtm Material, der Hauptanlass zu dieser Stellungnahme der Umstand zu sein, dass er sich nicht in der Lage sieht, die von mir behauptete Faltung oder gar Zerknitterung der fibrösen Antherenzellen als richtig anzuerkennen. Er sagt darüber nämlich: „Ich habe unter meinen zahlreichen Präparaten niemals eins gefunden, bei welchem die trockenen Faserzellen gefaltete oder zerknitterte Wände gehabt hätten“. Hier stehen sich also wieder zwei Meinungen über eine Frage der mikroskopischen Wahrnehmung anscheinend diametral gegenüber, ebenso wie in dem Falle, den ich im vorigen Heft dieser Berichte vorgebracht habe: sogar die Streitfrage ist genau dieselbe, wenn sie sich auch auf ein anderes Object bezieht.

In gewissem Sinne könnte mir nun jenes negative Ergebniss SCHRODT's und Anderer, die sich mit der betreffenden Frage beschäftigt haben, zur Befriedigung gereichen. Denn es gewährt mir vielleicht einige Entschuldigung dafür, dass ich bis zum Jahre 1898 einen Theil jener Falten, nämlich die Längsfaltung der Radialwände des fibrösen Antherengewebes ebenfalls übersehen habe und daher in meiner grösseren Antherenarbeit vom Jahre 1895¹⁾ zu einem unrichtigen Resultat gekommen bin. Diese Längsfaltung führt nämlich selbstverständlich, wenn die verbogenen dünnen Wandpartien ziemlich ausgedehnt sind, zu einer sehr erheblichen Verkürzung der betreffenden Gewebe, und diese Volumverringering habe ich damals ausschliesslich der Membranschumpfung zugeschrieben. So ist die Meinung entstanden, dass jene Membranen einen ganz ausserordentlich hohen Schumpfungscoefficienten hätten, der sich bis zu etwa 70 pCt. steigern könne. Diese Auffassung ist dann in andere Publicationen übergegangen und hat auch diesmal SCHRODT's Entscheidung beeinflusst. Ich nehme daher die Gelegenheit wahr, sie meinerseits nochmals ausdrücklich zu widerrufen.

Man wird nun sicherlich von mir die Antwort auf die Frage erwarten, warum denn jene Faltung so lange übersehen worden und noch jetzt bestritten ist. Nach meinen Erfahrungen dürfte dies zwei Ursachen haben. Es bedarf, um sich ein klares Bild namentlich von der Zerknitterung der Radialwände zu machen, um so zarterer Schnitte, je stärker diese ist. Denn die Schleifen der dünnen und oft recht schmalen Membranpartien zwischen den Leisten verschwinden für das Auge leicht zwischen den enggedrängten Leistendurchschnitten. Bis zum Jahre 1898 war ich nicht in der Lage, von zehn Antheren so dünne Schnitte herzustellen. Sie gelangen mir in mustergiltiger Aus-

1) Grundzüge der Oeffnungsmechanik von Blütenstaub- und einigen Sporenbältern. Jahrbuch der Dodonaea, Gent, 1896

führung erst, seit ich mich durch die gütige Vermittelung des Herrn Dr. KOLKWITZ eines regulirbaren Paraffinofens nebst Mikrotom bedienen konnte. Ein zweiter Umstand ist aber wohl im Allgemeinen von noch grösserem Einfluss gewesen. Er erinnert an den Fall des *Tragopogon*-Polsters, den ich im vorigen Hefte dieser Berichte erörtert habe. Es handelte sich dort um gestreckte Zellen, die vorwiegend Längsfalten aufweisen.

Denkt man nun an die verschiedenen Widerstände, die eine Strohmatte der Längs- und der Querfaltung entgegensetzt, so ist es leicht verständlich, dass auch die Griff-, Ring- und U-Zellen der Antheren, über deren Radialwände zahlreiche Leisten in radialer Richtung verlaufen, auf diesen Wänden ganz vorwiegend Falten zeigen, die den Leisten parallel streichen. Aus diesem Grunde müssen sie aber sowohl auf Quer- wie auf radialen Längsschnitten annähernd straff erscheinen; diese Falten können somit nur auf Tangentialschnitten, die senkrecht zu den Radialwänden der Faserzellen geführt sind, mit voller Deutlichkeit zur Anschauung kommen. Ich vermute nun, dass das negative Ergebniss der Untersuchung bei meinen Opponenten hauptsächlich darauf beruht, dass sie solche Schnitte durch die trockenen Gewebe nicht angefertigt haben.

Zur bequemen Herstellung solcher Schnitte habe ich bereits früher (diese Berichte 1899 S. 103) die Antherenklappen von *Digitalis purpurea* wegen ihrer ziemlich flachen Form im trockenen Zustande, wegen der Mächtigkeit ihres Fasergewebes und der Derbwandigkeit ihrer Griffzellen besonders empfohlen. Sie eignen sich eben so sehr auch zu Quer- und Radialschnitten. Ich benutze dabei, wie gesagt, Paraffinmaterial, das nach den Vorschriften von STRASBURGER's Practicum (1896) hergestellt ist¹⁾. Ich bringe die Schnitte sofort auf den Objectträger, setze wiederholt Xylol zu, um das Paraffin zu entfernen, und verdränge dann das Xylol durch wiederholtes Betropfen der Schnitte mit absolutem Alkohol. Dieser treibt in Folge der ungleichen Oberflächenspannung beider Flüssigkeiten das Xylol rund um die Objecte herum nach dem Rande der Glasplatte fort und lässt zugleich die vorher kaum sichtbaren und sehr durchsichtigen Schnitte beim ersten Auftreffen sofort undurchsichtig-grauweiss erscheinen. So bieten sich auch sehr kleine und zarte Schnittstückchen dem Auge sehr deutlich dar und lassen sich leicht nach Wunsch zusammenrücken und gruppieren. Zu ihrer Einschliessung bedecke ich sie nun unmittelbar, nachdem der Alkohol einigermassen abgedunstet ist, mit einem Deckgläschen, das mit der nöthigen Menge geschmolzener Glyceringelatine bestrichen worden ist. Hiermit sind sie zur Beobachtung fertig.

1) Die Paraffineinbettung ist übrigens bei grösseren Antheren (*Digitalis*, *Tulipa*, *Fritillaria* etc.) durchaus nicht nöthig. Es genügt, sie für das Schneiden mit dem Rasirmesser auf erwärmtem Siegellack zu befestigen.

Wer solche Schnitte von hinreichender Zartheit untersucht, wird erstaunen, dass die Faltung bei einem so hohen Grade ihrer Ausbildung so lange strittig bleiben konnte. Die Figur 2 auf Tafel VII der SCHWENDENER - Festschrift, in der ich mehrere mässig deformirte Zellen von *Digitalis* im Tangentialschnitt dargestellt habe, giebt noch gar keine Vorstellung von dem Masse der Verschlingung und Verknäuelung, das die Radialwände stellenweise darbieten. Aber auch die Faltung der Tangentialwände tritt auf Quer- und Radialschnitten auf's Deutlichste hervor. Wer das Auge nun an solchen Schnitten geübt hat, wird die Faltung dann auch bei weniger günstigen Objecten (Antheren mit schmalen und zarteren Falten) deutlich erkennen. Ich verweise auf meine Figuren 1, 2, 3, 4, 9 in der SCHWENDENER-Festschrift, sowie auf Fig. 15, 18, 21, 25 der *Dodonaea* l. c. und füge meinem Manuscript nur einige *Digitalis*-Präparate zur eventuellen Prüfung durch die Theilnehmer an der Sitzung unserer Gesellschaft bei. Zur Ergänzung dieser mikroskopischen Untersuchungsmethode habe ich mir gestattet, als Gegenstücke noch einige makroskopische Präparate von Antheren beizulegen, an denen es mir gelungen ist, die Membranfaltung (das „Schrumpfen“) bei der Austrocknung zu verhindern. Sie haben trotz der Membranschrumpfung nahezu ihre volle Grösse und geschlossene Form bewahrt; auch ein Beweis dafür, dass die Membranschrumpfung die Ursache der Oeffnungsbewegungen und der überaus hohen Contraction mancher Antheren nicht sein kann. In früheren Publicationen habe ich bereits gelegentlich hierüber berichtet. Vielleicht dürfte es sich empfehlen, solche Objecte zur Controle der normalen zu benutzen. An Schnitten durch sie wird man die Membranen in der That faltenlos, im Uebrigen aber unverändert finden.

Sollte sich SCHRODT schliesslich noch hinter den letzten Einwand, den er der Cohäsionshypothese gegenüber erhoben hat, verschancen und erst die Beantwortung der Frage verlangen, warum von den genauer untersuchten Cohäsionsmechanismen nur Farnsporangien und Lebermoosschleudern „Springbewegungen“ ausführen, so würde ich mit der Gegenfrage antworten: Weiss denn Jemand genau, worin die verschiedene Festigkeit von Pappel- und von Teakholz, oder die ungleiche Elasticität von rascher oder langsamer gekühltem Stahl begründet ist? Wenn der Mensch es in der Hand hat, die Elasticitätskräfte eines und desselben Stahlstückes je nach der Wahl des Temperaturgefälles so zu sagen nach seinem Belieben zu modeln, sollte es der Natur verwehrt sein, die Elasticitätsgrenzen verschiedener Membranen derart gegen die im speciellen Fall in Wirkung tretenden Cohäsionskräfte der Zellflüssigkeit abzumessen, dass bei der Unterbrechung des Cohäsionszuges in dem einen Falle ein Zurückschnellen stattfindet, im anderen nicht?

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): Steinbrinck Carl

Artikel/Article: [Zum Oeffnungsproblem der Antheren 552-556](#)