

Freilich ist die Untersuchung dieser Verhältnisse nicht immer eine bequeme Sache. Die „Sohle“, aus welcher die *Cladophora*-stämme entspringen, ist nämlich in der Regel kein einheitliches Gebilde, sondern kann sehr verschiedene Bestandteile enthalten. Die Verzweigungen der primären und der adventiven Rhizoide sowie der eventuell vorhandenen reproduzierten Sprossen und Sporenkeimlinge wachsen nicht nur unter sich, sondern auch mit jener der benachbarten Exemplare durcheinander. Dieser Filz ist oft reichlich von fremden Organismen durchsetzt und durch die Reste verschleimter Zellhäute sowie durch Kalkinkrustation verkittet, so daß die Herstellung eines genügend vollständigen und klaren Präparates nur mit einiger Übung und Geduld gelingt.

Man legt das Material am besten so lange in destilliertes Wasser mit einigen Tropfen Essigsäure, bis auf weiteren Zusatz von Säure keine Bläschen mehr entstehen. Dann führt lange fortgesetztes allseitiges Betupfen mit einem feinen Marderpinsel — Nadeln dürfen nur mit großer Vorsicht gebraucht werden — in der Regel doch zum Ziele. Nachträgliche Färbung mit stark verdünntem Methylgrünessig sichert gegen Täuschung durch fremde Elemente.

37. C. Steinbrinck: Über den ersten Öffnungsvorgang bei Antheren.

(Mit 7 Figuren im Text.)

(Eingegangen am 17. Juni 1909.)

I. Verschiedenes zur Abwehr.

Im Heft 4 unserer diesjährigen Berichte S. 196 ff. hat J. M. SCHNEIDER verkündet, daß die Erforschung des Öffnungsproblems der Antheren in den letzten Dezennien andauernd in die Irre gegangen sei. Er habe nämlich wenigstens bei der Tulpe festgestellt, daß das Aufreißen der Staubbeutel weder durch „Hygroskopie“, noch durch „Kohäsionszug“, noch durch „Turgorschwund“ bewirkt werde; dies geschehe vielmehr durch den Druck der wachsenden Pollenmasse. Auch meine Ansichten über den ersten Öffnungsvorgang hätten insofern „keine wissenschaftliche Berechtigung“, als „sie sich nicht auf exakte Untersuchungen stützen

können“, denn ich habe es ebenso wie sämtliche „übrigen Autoren“ an solchen exakten Untersuchungen „vollständig fehlen“ lassen (vgl. l. c. S. 197).

Zwar möchte ich es meinerseits fast als Zeitvergeudung betrachten, auf die Antherenmechanik immer von neuem zurückzukommen. Jedoch hat es die geschichtliche Entwicklung der botanischen Physik nun einmal mit sich gebracht, daß die Erforschung der Mechanismen von Antheren und Sporangien das — nach meiner langjährigen Erfahrung durchaus gesicherte — Fundament geschaffen hat, auf dem sich die Erkenntnis der Kohäsionswirkungen im Innern von Pflanzenzellen bei Volum- und Formänderungen beliebiger Organe aufbauen soll. Daher möchte ich die Ausführungen SCHNEIDERS doch nicht unbeantwortet lassen.

Allerdings läßt mich bei der Lektüre von SCHNEIDERS Mitteilung stellenweise mein physikalisches Verständnis im Stich. So z. B. gleich beim ersten Satze dieser Mitteilung, worin SCHNEIDER eine Bemerkung von LORCH: „Bei der Öffnung von Antheren und Sporangien werden zweifellos Spannungen durch einen Riß ausgelöst“¹⁾ als Muster einer „klaren Formulierung“ des zu behandelnden Problems hervorhebt, nach der sich der Gang der Untersuchung zu richten habe. Ich verstehe zwar, wie eine leichte Fingerbewegung etwa das Uhrwerk einer Spieldose, die Tätigkeit einer elektrischen oder einer Dampfmaschine, die Explosion einer Mine auslösen kann, aber nicht, nach welchen physikalischen Gesetzen beim Öffnen von Staub- und Sporenbehältern ein Riß die Spannungen auslösen soll, die zur Ausbreitung der Klappen führen.

Ebensowenig würde ich SCHNEIDERS Satz auf S. 198 gutheißen: „Der Turgordruck selbst kann die Fächer ebenfalls nicht öffnen, denn er ist während des ganzen Wachstums vorhanden; er übt eine allseitige Pressung aus in den Fächern und erhöht dadurch eher die Festigkeit des Nahtverschlusses, als daß er sie schwächt“ (!). Die gegebene Begründung wird doch schon dadurch widerlegt, daß der Turgordruck bei den Kapseln von *Impatiens*, sowie auch bei *Cyclanthera*, *Momordica* usw. die Ursache der Öffnungsbewegung ist.

Endlich vermag ich aber auch der Argumentation SCHNEIDERS

1) LORCH wollte hiermit einen Unterschied zwischen den Geweben jener Behälter und seiner Moosblätter festlegen und hielt diese Differenz für eine sehr wesentliche. Der Vollzug der Kohäsionskontraktion ist aber gar nicht davon abhängig, ob an irgendeiner Stelle im Gewebe eine Region als Rißstelle vorgebildet ist oder nicht.

nicht zu folgen, in der er meine Ansicht kurzerhand abtut, daß der Kohäsionszug das Aufspringen der Antherenfächer bewirke. Er fertigt meine Auffassung nämlich lediglich mit den Worten ab: „Auch für Kohäsionskontraktion ist keine Möglichkeit vorhanden, weil der Turgordruck die Membran in entgegengesetzter Richtung spannt.“ Wohl gemerkt ist dieser Satz für das Schlußverfahren SCHNEIDERS von entscheidender Bedeutung. Denn sein theoretischer Beweis für die Sprengwirkung der Pollenmasse ist ein indirekter. Durch den eben zitierten Satz wird nämlich von SCHNEIDER als Ursache ausgeschlossen zunächst der Kohäsionszug, durch den vorher angeführten Satz ferner der Turgordruck, durch den Saftgehalt der Zellen die „Hygroskopie“, durch andere mir unklare Gründe der „Turgorschwund“, und so bleibt ihm als letztmögliche Spannung „einzig noch jene, welche durch den auf die Fächer ausgeübten Druck von seiten der wachsenden Pollenmasse hervorgebracht wird“ (S. 198).

Gegen diese „Beweisführung“ soll sich meine vorliegende Mitteilung vornehmlich richten und, da sich der fernere Ausbau der Kohäsionstheorie hauptsächlich mit der Kohäsionskontraktion lebender Zellen zu beschäftigen haben wird, soll dieser Erscheinung der erste theoretische Hauptabschnitt meines Berichtes gewidmet sein. An ihn sollen sich spezielle Angaben über tatsächliche Beobachtungen des ersten Öffnungsvorganges bei verschiedenen Antheren anschließen. Vorher möge mir aber gestattet sein, noch auf verschiedene andere Einwürfe einzugehen, die mir von mehreren Opponenten z. T. wiederholt gemacht sind, ohne daß ich mich bisher, weil ich ihre baldige tatsächliche Widerlegung durch die Beobachtung erwartete, auf ihre theoretische Abweisung eingelassen habe.

An den einen von diesen Einwänden erinnert mich die oben zitierte Argumentation SCHNEIDERS, die Membran könne sich nicht kontrahieren, weil sie von beiden Zellen, denen sie angehöre, in entgegengesetzter Richtung gespannt sei. Dieser Umstand ist ja, allerdings ohne Bezugnahme auf den Turgordruck, z. B. von BRODTMANN und COLLING ins Feld geführt worden, um die Möglichkeit abzuweisen, daß der Kohäsionszug in einem Gewebe Membranfalten hervorbringe. Sie machten geltend, daß jede Membran ja von beiden anstoßenden Zelllumina her in gleichem Maße beansprucht würde und die Zugkräfte sich also gegenseitig aufhoben.

Meine Gegner müßten, wie mir scheint, folgerichtig auch in Abrede stellen, daß ein dünnwandiger Zylinder, auf dessen

Grundflächen beiderseits derselbe gleichmäßige Druck ausgeübt wird, zerdrückt werden könne, weil an jeder Stelle des Mantels der Druck von innen und außen gleich ausfalle und diese daher weder nach innen noch nach außen auszuweichen in der Lage sei. Nun, ich empfehle den Herren, sich einmal mitten auf ihren Zylinder- oder Strohhut zu setzen und so auf ihren Gedankengang die Probe zu machen. Es sind eben auch bei den Zellmembranen der pflanzlichen Gewebe geringfügige, nicht gleich zu durchschauende Nebenumstände und innere Bedingungen vorhanden, die es bestimmen, warum die eine Partie der Wand nach der einen Zelle und dafür die andere nach der Nachbarzelle ausbiegt.

Ein anderes Bedenken, dem ich oft begegnet bin, läuft darauf hinaus, daß die Membranfalten, die in meinen Präparaten auftreten, nicht durch den Kohäsionszug hervorgerufen seien, sondern der Vorbehandlung der Gewebe und Schnitte mit Alkohol, Xylol, Chloroform oder Paraffin ihren wirklichen Ursprung verdanken. Dem möchte ich zunächst entgegenhalten, daß ich mich meist darauf beschränkt habe, die Fältelung an Organen festzustellen, die stark ausgetrocknet waren. Denn naturgemäß ist an solchen Objekten die Schrumpfung am stärksten, und schwache Grade derselben entgehen zu leicht dem Auge und sind auch nicht so überzeugend.

Nun stelle man sich aber einmal vor, die starken Verbiegungen ganzer Zellen, die starke Faltung ihrer Membranen, die gemeinsam in Schnitten trockner Antheren oft das Bild knäuelartiger fast unentwirrbarer Verschlingungen hervorbringen, träten in den betreffenden ausgetrockneten Objekten erst als Folge der Paraffineinbettung oder der Xylolbehandlung auf. Wie groß müßte die dadurch herbeigeführte Kontraktion dieser Gewebe notwendigerweise sein! Von einer derartigen nachträglichen, künstlich bewirkten Kontraktion ist aber nach Maßgabe entsprechender Messungen durchaus nichts zu merken! — Zudem kann man sich von dem Ausbleiben der Fältelung trotz derselben Paraffin-, Xylol-, Chloroform- oder Alkoholbehandlung leicht überzeugen, wenn man ihr etwa Antheren unterwirft, die (wie ich u. a. diese Ber. 1909 S. 1 u. ff. beschrieben habe) unter Ausschluß des Kohäsionszuges getrocknet sind. Oder, wenn man solche nicht zur Verfügung hat, behandle man doch Antheren, die man in reifem Zustande durch Einlegen in absoluten Alkohol vor dem Aufspringen geschützt hat, mit all jenen bemängelten Reagentien und überzeuge sich durch Schnitte, daß an ihnen die Fältelung trotzdem nicht auftritt. Noch einfacher läßt sich endlich der besagte Be-

weis erbringen, wenn man dünne Schnitte, die beim Austrocknen ungeschrumpfelt geblieben sind (vgl. z. B. Fig. 2, S. 170 unserer diesj. Ber.), zu dieser Prüfung wählt.

Ich muß mich aber überhaupt gegen die oberflächliche Kritik meiner Versuche verwahren, wenn diese vom Angreifer nicht oder nicht sorgfältig genug nachgeprüft sind. Es ist ja bequem, wenn sich z. B. SCHNEIDER in seiner Dissertation „der Öffnungsmechanismus der *Tulipa*-Anthere“ hinsichtlich des Verhaltens der eben genannten dünnen Antherenquerschnitte beim Austrocknen damit abfindet (s. S. 53), eine von mir gegebene Zeichnung eines solchen mache ganz den Eindruck, daß der Schnitt am Objektträger angeklebt gewesen sei. Warum hat er denn die betreffenden Versuche, um sich ihrer zu vergewissern, nicht selbst wiederholt?

II. Theoretisches zur Kohäsionskontraktion lebender Zellen.

In seiner ersten Antherenarbeit gibt SCHNEIDER für abgestorbene Antheren das Auftreten von Kohäsionskontraktionen zu, behauptet aber, daß sie bedeutungslos, weil vorübergehend seien, indem sie durch Zurückschnellen wieder aufgehoben würden. In seiner neuen Mitteilung leugnet er nun auch für den ersten Öffnungsvorgang die Einwirkung des Kohäsionszuges und stellt, wie wir gesehen, sogar die Möglichkeit eines solchen in Abrede; und zwar aus dem Grunde, weil die beteiligten Antherengewebe in diesem Fall noch lebend und turgeszent seien. Ich verzichte darauf, meinen Gegnern zum so und so vielen Male vorzuhalten, warum sie sich denn nicht, nachdem die Antherenklappen schon weit auseinandergespreizt sind, durch die Untersuchung derselben in Flächenansicht davon überzeugen, daß ihre Zellen auch jetzt noch saftgefüllt sind. Sonst würde ich fragen, ob denn der Druck der Pollenmasse, dem der Riß der Fächer zugeschrieben wird, auch plötzlich diese Zellen abgetötet oder ihre Turgeszenz aufgehoben haben soll.

Wegen der allgemeinen Bedeutung des Kohäsionszuges für lebende Organe beim Saft- oder Wasserverlust kommt es mir hier mehr darauf an, theoretische Unklarheiten wegzuschaffen, die mir mehrfach begegnet sind und die sich auf den Turgorzustand kontrahierter Gewebe beziehen. Selbstverständlich ist in solchen Geweben die ursprüngliche Turgordehnung geschwunden. Die Konzentration ihres Zellsaftes kann aber gestiegen, gefallen oder dieselbe geblieben sein, je nachdem den Zellen bloß Wasser,

oder Nährsaft mit mehr oder weniger osmotisch-wirksamer Substanz entzogen worden ist.

Vielleicht empfiehlt es sich, die Auseinandersetzung hierüber an ein bestimmtes Beispiel zu knüpfen. In einem Bericht „über das Aufblühen der Gräser“ (Verhandlgg. des Heidelb. Naturhist.-Med. Vereins N. S. II, S. 261 ff.) hat ASKENASY die Verlängerung der Filamente von Grasantheren beim Aufblühen verfolgt. Er hat dabei ein Wachstum dieser Filamente von 1—1,5 mm in der Minute festgestellt, so daß sie in ca. 10 Minuten von 2—3 mm auf etwa 15 mm anwachsen können. Nach S. 269 fand er, daß das Wasser, welches die Zellen des Staubfadens während dieses Wachstums aufnehmen, „hauptsächlich von der Anthere stammt“. „Wenn man nämlich bei einem aus der Blüte herausgenommenen Fruchtknoten mit drei Staubgefäßen an einem von diesen die Anthere teilweise abschneidet, so bleibt der zugehörige Staubfaden kürzer als die 2 andern; dagegen gelingt es mitunter, wenn man ein Staubgefäß an der Basis vorsichtig loslöst, dieses zur vollständigen Länge auszuwachsen zu sehen.“ Es ist nicht unwahrscheinlich, daß eine solche Beziehung zwischen Anthere und Staubfaden weiter verbreitet ist, denn dem Aufspringen der Fächer geht ja häufig eine, wenn auch viel langsamere Streckung des Tragfadens voraus, durch die die Pollenfächer in die passende Stellung zu den übrigen Blütenorganen gebracht werden. Es fragt sich nun, ob in solchen Fällen den Antherenzellen nur Wasser entzogen wird, oder, was doch prinzipiell gar nicht abzuweisen ist, auch osmotisch wirksame Nährsubstanz. Wie gesagt, wird es von der Menge der letzteren abhängen, ob die Konzentration des Zellsafts an den beteiligten Elementen der Antherenwand dadurch steigt, sinkt, oder dieselbe bleibt. Die osmotische Spannung dieser Zellen muß hierbei natürlich auf alle Fälle sinken, denn sie hängt ja von dem Saftreichtum der Zelle ab. Die osmotische Leistungsfähigkeit ihres Plasmakörpers, mit anderen Worten, ihre potentielle Turgorenergie braucht damit aber nicht zu fallen, selbst dann nicht, wenn die Zelle durch den Kohäsionszug schon stark deformiert ist. Man muß sich das klar vor Augen halten, wenn man von Turgorschwund redet, d. h. man muß zwischen Turgeszenz einerseits und Turgorkraft oder osmotischer Leistungsfähigkeit andererseits scharf unterscheiden. Mir scheint, daß LEPESCHKIN in diesen Berichten (1908, S. 198 ff.) diese Unterscheidung auch betont hat.

Diese Gesichtspunkte sind von besonderer praktischer Bedeutung, wenn man in lebenden Zellen, die bereits geschrumpfelt sind, auf dem gewöhnlichen Wege durch Behandlung mit Salz-

lösungen die Turgor- oder osmotische Saugkraft bestimmen will. Knüpfen wir auch diese Erörterung an ein bestimmtes Beispiel. In meiner vorigen Mitteilung (diese Ber. 1909, S. 172) habe ich in Fig. 3 ein Stück eines Querschnittes durch ein lebendes Moosblatt gezeichnet, in dem die Assimilationszellen knöchel- oder hantelförmig durch den Kohäsionszug verbogen sind. Dieselben haben nur Wasser durch Transpiration abgegeben. Die Konzentration ihres Zellsaftes ist also erhöht. Setzt man ihnen nun zur Bestimmung ihrer Turgorkraft (d. h. ihres potentiellen osmotischen Maximaldrucks; ihre ursprüngliche Turgorspannung ist natürlich durch den Wasserverlust geschwunden) zunächst eine verdünnte Salpeterlösung zu, um mit der Konzentration allmählich zu steigen bis zu dem Zeitpunkt, wo sich der Plasmakörper von der Membran abhebt, so wirken auf diese Lösung wasserentziehend sofort 2 Kräfte. Die erste ist die osmotische Anziehung des konzentrierter gewordenen Plasmasaftes, die andere die Elastizität der deformierten Zellmembran, die ihre Entfaltung zu bewerkstelligen sucht. Die Folge davon ist, daß sowohl die Deformation ausgeglichen wird, als auch der Zellsaft so viel Wasser aufnimmt, daß er sich seiner ursprünglichen Konzentration nähert. Hat man nun vorher bei voller Turgeszenz der Gewebe die Salpeterkonzentration bestimmt, bei der zuerst Plasmolyse erfolgt, so wird man nunmehr finden, daß sich trotz der vorhergegangenen Wasserentziehung der Gehalt der plasmolysierenden Lösung nicht wesentlich geändert hat. Ja selbst, wenn man, statt mit den Salpeterlösungen allmählich aufzusteigen, den kontrahierten Geweben sofort dieselbe Lösung zusetzt, die vorher die Plasmolyse bewirkt hat, wird man kein wesentlich anderes Resultat erwarten dürfen. Denn die wasseranziehende Kraft der deformierten Zelle wird derjenigen der Salpeterlösung um so mehr überlegen sein, je mehr sie im lebenden Zustande kontrahiert war. Um so größer ist ja die Saugkraft, die diese Zelle mittelst des elastischen Zuges der Zellwandung entwickelt. So erkläre ich es mir, wenn z. B. FITTING in den Epidermiszellen frischer und gewelkter Perianthblätter von Orchideen den Eintritt der Plasmolyse bei demselben Gehalt einer Salpeterlösung beobachtete (s. Zeitschrift f. Botanik 1909, Heft 1, S. 5). Hiermit glaube ich aber auch klargestellt zu haben, wie lebende Pflanzenzellen eine Kohäsionskontraktion erleiden können, ohne daß scheinbar ein sogenannter Turgorschwund auftritt. Sind die Wandungen der betreffenden Gewebe zart, so macht sich der Wasserverlust selbstverständlich durch ihren gewelkten und schlaffen Zustand bemerkbar. Sind aber die Membranen durch zahlreiche

Verdickungen ausgesteift, so braucht dies nicht der Fall zu sein; die Gewebe können äußerlich trotz innerer Membranfältelung einen straffen Eindruck machen. Und dies scheint mir bei den Antherenwandungen der Fall zu sein. Auch der kontrahierte noch wasserhaltige Annulus der Farne, die Wandungen von Lebermoos- und *Selaginellasporangien* unter denselben Umständen bewahren in jedem Augenblick eine feste — d. h. nicht schlaffe, leicht deformierbare — Gestalt. Daher mag die Ansicht rühren, die Antherenwandungen hätten auch beim Aufspringen der Fächer und noch längere Zeit nachher ihre volle Turgeszenz, sie hätten in Wirklichkeit keine Abnahme ihrer Turgorspannung erlitten.

III. Weiteres Tatsächliche über den allerersten Öffnungsvorgang von Antheren.

Es wäre sehr wunderlich, wenn der Kohäsionszug, der die Antherenklappen in so hohem Grade zusammenpreßt und deformiert, nicht auch imstande sein sollte, den ersten Riß des Nahtgewebes zu bewirken, und wenn es dazu der Mitwirkung des Pollendruckes bedürfe. Immerhin wäre es aber denkbar, daß das erste Aufplatzen der Nähte in der von SCHNEIDER angegebenen Weise zustande käme. Ich habe daher zu Anfang Juni eine Anzahl von frischen Antheren beim Öffnen genau beobachtet. Sie gehören den Gattungen *Aquilegia*, *Clematis*, *Hemerocallis*, *Iris*, *Lychnis* (*Melandryum*), *Magnolia*, *Nymphaea*, *Ornithogalum*; *Pelargonium*, *Philadelphus*, *Plantago*, *Scabiosa*, *Secale* und *Symphytum* an. Wegen der trüben und kühlen Witterung nahm das Aufspringen ihrer einzelnen Fächer manchmal lange Zeit in Anspruch, so daß ich Muße hatte, einige Stadien durch eine Zeichnung festzuhalten. Wenn sich bei Sonnenschein die Temperatur vorübergehend hob, vollzog sich das Aufspringen allerdings durch die Länge eines ganzen Faches hindurch ungemein viel schneller. (Von *Secale cereale* gibt ASKENASY an, daß sich seine Antheren schon des Morgens früh öffneten, aber nur, wenn die Temperatur von 14° C überschritten wäre.)

Es sei übrigens gleich bemerkt, daß sich die Antheren des Roggens dem gewöhnlichen Schema nicht fügen. Denn bei ihnen beruht die Verschmälerung der Antherenklappen, die sofort nach dem Platzen der Naht einen sehr breiten Spalt zwischen sich lassen, nicht allein auf dem Kohäsionszuge. Es muß noch eine andere starke Gewebespannung mitwirken, denn jene breiten Spalten bleiben auch bestehen, wenn man die Antheren sofort nach dem Aufplatzen ins Wasser wirft. Offenbar sind die Antherenwandungen zur Reifezeit im geschlossenen Organ sehr stark gedehnt gewesen;

daher auch das plötzliche explosive Entstehen ihres Risses, wobei sofort ein Teil des Staubes fortgeschleudert wird. Bekanntlich entsteht der Spalt in jedem Fache an dem obersten Ende der Anthere, das sofort nach unten umkippt, wenn die Staubbeutel an dem verlängerten Staubfaden zwischen den eben geöffneten Spelzen ganz nach außen hervorgetreten sind. Aus dem geschlossen gebliebenen Teile des Staubfaches fällt der trockene Pollen dann größtenteils sofort in die untere, einseitig geöffnete Tasche des Pollensacks und stäubt von dort weiter aus. Häufig pflanzt der Riß sich ruckweise noch weiter in der geschlossenen Naht bis zum anderen Ende fort. Man sieht, daß von einer aktiven Beteiligung des Pollens beim Sprengen seines Behälters zunächst beim Roggen gar nicht die Rede sein kann.

Aber auch bei manchen anderen Antheren lassen sich Tatsachen feststellen, die SCHNEIDERS Auffassung ausschließen. Zunächst habe ich verschiedene Male bei *Magnolia*, *Pelargonium* und *Scabiosa* das normale Aufspringen von Staubfächern beobachtet, die nur spärlich mit Pollen besetzt waren. Ich wandte dabei eine Lupe von etwa sechsfacher Vergrößerung an. Teils ließen sich mit dieser schon im geschlossenen Staubfach die vereinzelt Pollenhäufchen erkennen, wenn die Anthere gegen das Licht gehalten wurde, teils kamen sie und zwar als kümmerliche Reste (bei *Magnolia*) zum Vorschein, wenn die Anthere aufsprang.

Ferner war auch bei den anderen Gattungen meistens der Pollen, den ich sofort nach dem Beginn des Aufspringens der eben entstandenen Öffnung mittelst einer dünnen gebogenen Nadel entnahm, so weit trocken und feinmehlig, daß er sich bei leisester Berührung auf dem Handrücken zu feinstem Staube verreiben ließ. Von einer die Pollenmasse durchtränkenden Nährflüssigkeit (s. SCHNEIDER, S. 198), aus der sie noch hätte wachsen können, war somit keine Rede. Zum mindesten ist also für den noch geschlossen gebliebenen Teil des Pollenfaches ein Sprengen durch ferneres Wachstum der Staubmasse, wie dies SCHNEIDER behauptet, nicht glaubhaft (vgl. Figg. 1—3).

Auch die Form und Art der Nahtspalten spricht durchaus nicht für SCHNEIDERS Auffassung. Würde der Staubbehälter durch das Wachstum der Pollenmasse zum passiven Platzen gebracht, so sollte man meinen, die Naht müsse ihrer ganzen Länge nach ziemlich gleichzeitig und glatt spleißen, und dicht unter dem Riß die Pollenmasse in geschlossener Form sichtbar werden. Wie die Figuren 1—6 erkennen lassen, erweisen sich aber die Klappen beim Aufspringen dadurch sogleich als aktiv beteiligt, daß sie von An-

fang an die Tendenz bekunden, ihre Nahtränder nach außen umzuschlagen. Gleichgültig, ob der erste Spalt unten, mitten oder oben entsteht, sieht man beim langsamen Aufspringen deutlich, wie sich die Trennung der Klappen an der Naht durch das Über-

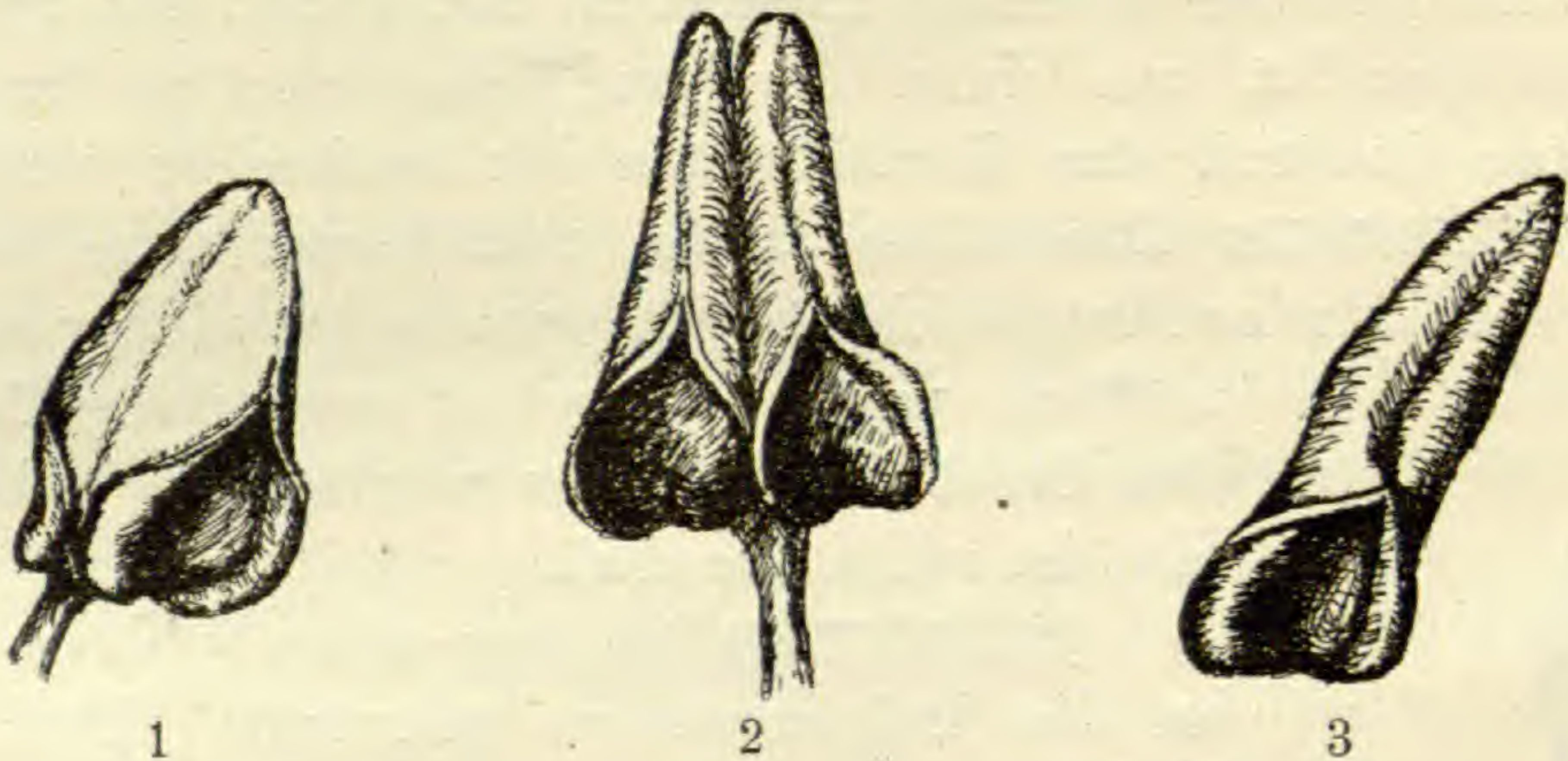


Fig. 1—3, Pollensäcke beim Beginn des Aufspringens. Fig. 1 Anthere von *Aquilegia vulgaris*, Fig. 2 eine solche von *Ornithogalum umbellatum*, Fig. 3 ein einzelnes Fach von *Philadelphus coronarius* (das übrige in der Zeichnung weggelassen).

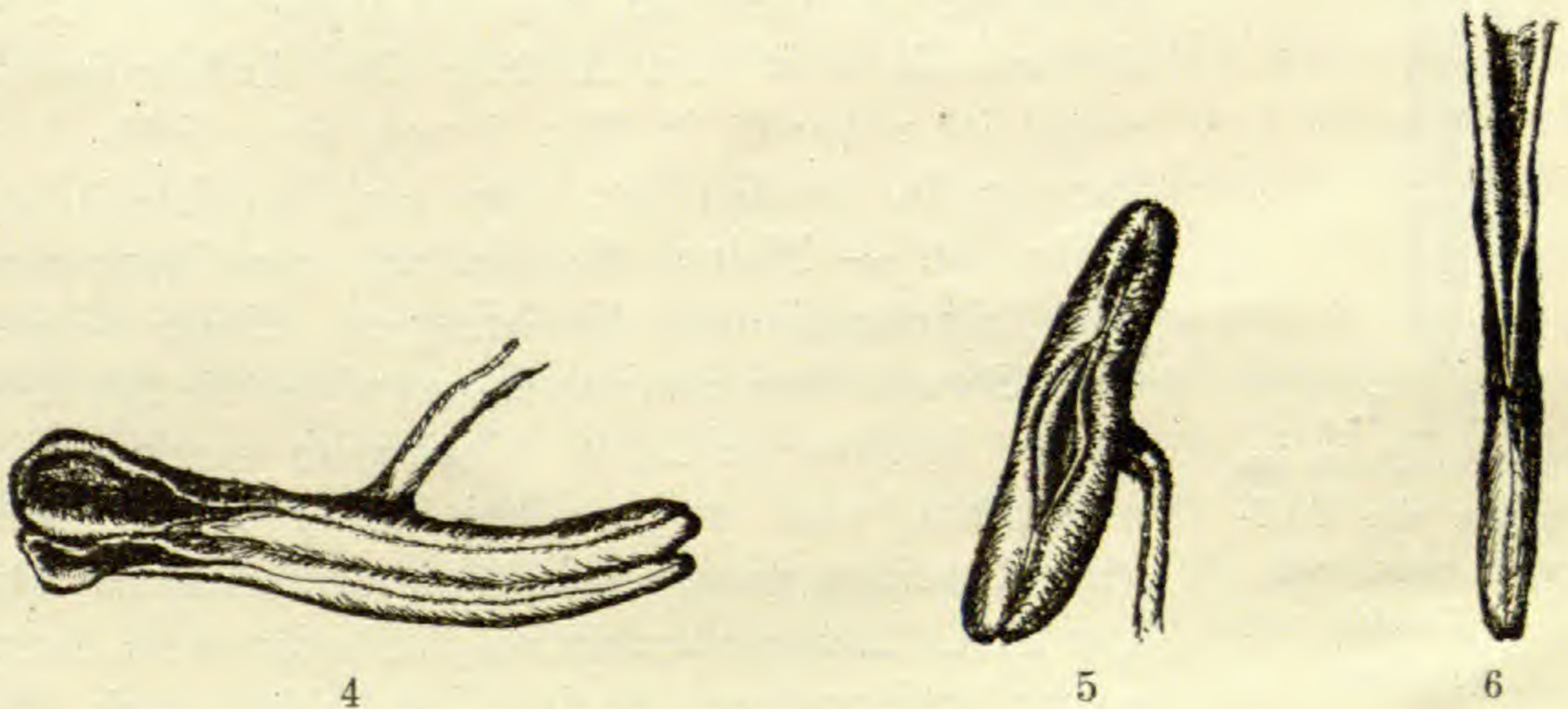


Fig. 4—6 Pollensäcke während des Aufspringens. Fig. 4 Anthere von *Scabiosa arvensis*, von oben gesehen, Fig. 5 eine solche von *Melandryum album*, nur von einer Seite gesehen. Fig. 6 unteres Ende eines Staubfaches von *Nymphaea alba*, das noch nicht ganz gesplissen ist.

greifen dieser Krümmung auf den noch geschlossen gebliebenen Teil des Faches vollzieht.

Die Pollenmasse (die in unseren Figuren weggelassen ist) zeigt sich, sobald sie unter dem Riß in dichter Menge zu sehen ist, oft in der Mitte gefurcht, indem sie zum großen Teil an den Innenwänden der Klappen haftet und diese anhaftenden Mengen

durch die Klappen nach außen mitgeführt werden. Oder es heben sich die Klappenränder beim Riß sofort vom Blütenstaub ab, während dieser größtenteils als zusammenhängender Haufe inmitten des Faches sichtbar wird. — Ich habe bisweilen von der bereits vorhandenen Spalte her mit einer feinen an der Spitze umgebogenen Nadel den Staub unterhalb der nächsten noch nicht klaffenden Nahtpartie zu entfernen gesucht, um einen etwaigen Pollendruck zu beseitigen, ohne aber dadurch das Fortschreiten des Spaltes zu verhindern. Nach SCHNEIDERS Darstellung sollte man ferner annehmen, daß sich die eben auseinandergewichenen Klappenränder wieder schließen müßten, wenn man sofort nach ihrer Trennung den Staub unter ihnen wegräumte. Aber auch dies ist nicht der Fall.



Fig. 7.

Tulpenanthere im Beginn des Aufspringens, von einer Flanke aus gesehen.

SCHNEIDER hat nun seine Schlüsse speziell an die Tulpenanthere geknüpft. Die Tulpen blühten nicht mehr, als ich SCHNEIDERS Aufsatz in diesen Berichten zu Gesicht bekam. Aber von früher her hatte ich noch eine Anzahl Tulpenantheren in verschiedenen Stadien des Aufspringens in absolutem Alkohol aufbewahrt. Eine davon, die erst den Anfang des Aufspringens zeigt, ist nebenan in Fig. 7 von einer Seite her dargestellt, so daß nur das eine Staubfach zu sehen ist. — Meiner Erinnerung nach springen die Tulpenantheren durchweg in dieser Weise auf. Sie spleißen nämlich zuerst oben, die Ränder dieses Spaltes schlagen sich sehr stark nach außen um, und es kann bei kühler Temperatur viele Stunden dauern, bis diese Deformation bis zur Basis fortgeschritten ist. Allerdings ist dann schon lange vorher zwischen den beiden stark einwärts gebogenen Klappen jedes Faches in der

Tiefe eine enge Kluft sichtbar. Die Klappen müssen sich ja erst vom Konnektiv und voneinander lösen, ehe sie sich so stark nach außen umschlagen können. In dem gezeichneten Antherenexemplar Fig. 7 war ein solcher Spalt etwa von oben her bis zum Punkte *s* hin zu verfolgen. Von dort an bis unten hin war aber bei der schärfsten Lupenvergrößerung von einer Trennungslinie zwischen den Klappen nichts zu entdecken. Immerhin schien das Vorhandensein einer solchen in der Tiefe nicht ausgeschlossen. Um darüber zur sicheren Entscheidung zu kommen, blieb mir nichts anderes übrig, als die Anthere, trotz der früher erwähnten Kritiken,

wiederum nach vorschriftsmäßiger mehrtägiger Vorbehandlung mit Chloroform und in Chloroform gelöstem Paraffin usw. in Paraffin einzubetten. Denn ich hatte bei manchen anderen Antheren die Erfahrung gemacht, daß die Naht beim freien Schneiden durch den Druck des Messers platzte. Das Mikroskop ergab nun an Querschnitten, daß sich die Klappenränder auch im unteren Teil der Anthere in der Tat bereits vom Konnektiv und voneinander gelöst hatten. Ihre gegenseitige Entfernung betrug dort etwa $\frac{1}{20}$ mm, ihr Abstand vom Konnektiv etwa das Doppelte oder Dreifache.

Nun möchte ich beinahe vermuten, daß SCHNEIDERS neue Entdeckung auf diese verborgenen Risse abzielt. Betrachtet man die Figg. 1—6 von neuem, so wird man ja zugeben dürfen, daß sich die Klappen auch an dem nicht geöffneten Teile der Fächer in der Tiefe derselben größtenteils schon vom Konnektiv gelöst haben mögen und daß sich auch ihre einwärts gebogenen Ränder vielleicht schon um ein Weniges voneinander entfernt haben, wenn sie auch von außen selbst bei stärkster Lupenvergrößerung davon nichts erkennen lassen. Ich halte es nun nicht für unmöglich, daß SCHNEIDERS Terminologie spitzfindig genug ist, um zu behaupten, die von mir in Fig. 1—7 gezeichneten Antherenfächer wären in Wirklichkeitschon längst in der ganzen Naht aufgesprungen, und nur scheinbar erst im Aufspringen begriffen; denn unter dem wirklichen Aufspringen habe man das Entstehen jener ersten feinen Risse zu verstehen. Die Quintessenz seiner Entdeckung mag nun darin liegen, daß er die Entstehung dieser verborgenen Risse dem Pollendruck zuschreibt.

Ich muß nun zunächst feststellen, daß bisher wohl niemand den Begriff des Öffnens der Antheren an die Entstehung so unmerklicher Trennungslinien geknüpft hat. Es hat sich vielmehr bei der Erforschung ihres Öffnungsmechanismus immer um die augenfällige charakteristische Deformation der Staubfächer gehandelt, durch die der Blütenstaub in geeigneter Weise zur Übertragung durch Wind, Insekten usw. freigelegt wird. Wie könnte man auch sonst so oft den Ausdruck brauchen, daß sich Kapseln und Antheren bei Befeuchtung gewöhnlich wieder schließen und beim Trockenwerden dann von neuem öffnen? Es wird doch niemand annehmen, daß ihre Klappen in Wasser miteinander bez. mit dem Konnektiv von neuem verwachsen.

Wollte man sich aber auch auf diese geschraubte Terminologie einlassen, so hätte SCHNEIDER immer noch den Nachweis zu erbringen, daß diese ersten Spaltungen durch andere Kräfte hervorgerufen werden, als durch die Spannungen, auf welchen die un-

zweifelhafte aktive Auswärtsbewegung der Klappen (vgl. unsere Figg.) beruht. Nach meinem Befunde ist das durchaus nicht anzunehmen; wenn auch hier und da Pollendruck mitwirken sollte. Denn ich fand bei der mikroskopischen Untersuchung der in Fig. 7 gezeichneten Tulpeanthere auch im untersten Teile die an den Klappenrändern und am Konnektiv haftenden Reste des Nahtgewebes vollständig verschrumpfelt. Auch in den benachbarten Faser- und Epidermiszellen der Klappen waren Anzeichen von Fältelung deutlich merkbar, und ich konnte mit Sicherheit konstatieren, daß die Schrumpfung der Klappen immer mehr zunahm, aus je höheren Regionen (je näher dem geöffneten Antherengipfel) die Querschnitte genommen waren. Diese Beobachtung läßt durchaus für den Öffnungsvorgang von Anfang an auf eine einheitliche Ursache schließen. Es ist daher m. E. bis jetzt kein Grund vorhanden, den ersten Riß dem Pollendruck zuzuschreiben.

Lippstadt, den 16. Juni 1909.

Nachträgliche Bemerkung bei der Korrektur (6. Juli).

Es sei mir gestattet, bei dieser Gelegenheit ein Versehen zu berichtigen, das sich auf meine frühere Mitteilung Nr. 46, Jahrgang 1908 dies. Ber. bezieht. Dort ist nämlich S. 404 *Triticum iunceum* als ein in der Nähe von Lippstadt vorkommendes Dünengras angeführt. Hier liegt jedoch eine Verwechslung mit *Elymus arenarius* vor. Die (Seite 404—410) daselbst für *Trit. iunc.* gemachten Angaben beruhen also auf Beobachtungen, die an *Elymus arenarius* angestellt waren. Durch die Güte des Herrn Geheimrat Prof. REINKE erhielt ich aber kürzlich auch von *Triticum iunceum* lebendes Material und konnte daran feststellen, daß meine früheren Bemerkungen über den Rollmechanismus der Blätter dieser Pflanze in allen wesentlichen Punkten gültig bleiben. (Die Abweichungen sind nur nebensächlicher, anatomischer Natur. Bei *Triticum* ist nämlich wie bei *Psamma* der Bastmantel ununterbrochen durchlaufend und die Stereomleisten sind oben ebenfalls mit Haaren besetzt; im übrigen sind die Blätter wie der ganze Wuchs bei *Trit. iunceum* viel zarter als bei *Elymus arenarius*.)

Heft 8 (S. 453—528) ausgegeben am 25. November 1909.

Heft 9 (S. 529—562) ausgegeben am 29. Dezember 1909.

Heft 10 (S. 563—610) ausgegeben am 27. Januar 1910.

1. Generalversammlungsheft [S. (1)—(42)] ausgegeben am 27. Oktober 1909.

2. Generalversammlungsheft (Schlußheft) ausgegeben am 14. März 1910.

Berichtigungen.

In der Mitteilung Nr. 21, S. 169 ff. über Kohäsionsmechanismus von *Polytrichum*-blättern ist überall statt *Polytrichum juniperinum* zu lesen: *P. formosum* (Irrtum bei der Bestimmung).

Fig. 4, S. 309 ist um 180° zu drehen.

S. 422, Zeile 18—19 von oben lies Flechtenteilen statt Algenteilen.

S. (34) Zeile 2 von unten lies ein Aufsatz statt im Aufsatz.

S. (41) Zeile 10 von unten lies auch statt noch.

S. (42) Zeile 19 von oben lies tief geteilt statt tief gekeilt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Steinbrinck Carl

Artikel/Article: [Über den ersten Öffnungsvorgang bei Antheren. 300-312](#)