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

24. J. M. Schneider: Zur ersten und zweiten Hauptfrage der Antherenmechanik.

(Eingegangen am 24. April 1909.)

In einer Kritik STEINBRINCKs bemerkte jüngst LORCH[1]): „Bei der Öffnung von Antheren und Sporangien werden zweifellos Spannungen durch einen Riß ausgelöst.“ Mit dieser klaren Formulierung kennzeichnete LORCH jenen Teil des mehrseitigen Problems der Antherenmechanik, den dessen erste Hauptfrage zu nennen mir gestattet sein möge. Außer teilweise von SCHRODT[2]) wurde bezüglich dieses Forschungsgebietes die Trennung in verschiedene Teile freilich niemals versucht, und SCHRODTs Vorgehen zog sich den innerhalb weniger Wochen erfolgten, energischen Widerspruch STEINBRINCKs[3]) zu. SCHRODT ließ hernach die Frage auf sich beruhen. Was er infolge besonderer Resultate, gewonnen durch Anwendung neuer Methoden, behaupten zu müssen glaubte, sagte er[4]) mit folgenden Worten: „Aus diesen Versuchen, die mit verschiedenen Arten wiederholt wurden, scheint mir mit Sicherheit hervorzugehen, daß bei dem erstmaligen Öffnen 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 Berechtigung dieses Schlusses ist allerdings durch die Versuche SCHRODTs nicht bewiesen. Auch die beginnende Kohäsionskontraktion schließt Luftblasen im Gewebe ebenfalls positiv aus und verträgt sich vollkommen mit dem Vorhandensein von Zellsaft und Plasma. STEINBRINCKs und meine eigenen Erfahrungen stimmen hierin überein. Außerdem ist zu beachten, daß SCHRODT die Antheren vor den Versuchen aufschnitt, wenn sie nicht schon selbständig aufgerissen waren. SCHRODTs Ergebnisse beziehen sich

1) W. LORCH, Erwiderung auf eine Bemerkung STEINBRINCKs etc., Berichte d. D. B. G. 1909, S. 56.

2) SCHRODT, Zur Öffnungsmechanik der Staubbeutel. Berichte d. D. B. G. 1901.

3) STEINBRINCK, Zum Öffnungsproblem der Antheren. Ebendaselbst 1901.

4) SCHRODT, l. c. S. 486.

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

also tatsächlich auf die Feststellung des Inhaltes der Faserzellen und auf die ersten Stadien des Zurückkrümmens der Fächer, sagen aber in Wirklichkeit nichts aus über das natürliche Entzweigehen des verwachsenen Gewebes. Dagegen war wenigstens SCHRODTs Absicht, die Untersuchung des „Öffnens und ersten Rückwärtsrollens" der in der Blume aufblühenden, und der Klappenkrümmung der toten Antheren methodisch streng zu sondern, wissenschaftlich ganz gegeben, sie ging nur noch zu wenig weit. Wer nämlich das Zurückkrümmen der Klappen beobachtet, der bekommt daraus noch keine Erkenntnis über den Grund, auf dem die Trennung des Nahtgewebes beruht. Während manche Autoren auch hier das hygroskopische Schrumpfen als Ursache annahmen, da sie ja überhaupt keinen Unterschied vermuteten zwischen der Mechanik des Aufreißens der Fächer, und des ersten und des beliebig wiederholten Zurückkrümmens derselben, bekämpft STEINBRINCK[1]) ausdrücklich die Aufstellung eines etwaigen Unterschiedes und besteht darauf, daß diese sämtlichen Vorgänge Folgen der Kohäsionskontraktion sind. Diese Ansichten haben indes so lange keine wissenschaftliche Berechtigung, als sie sich nicht auf exakte Untersuchungen stützen können; nicht nur die übrigen Autoren, sondern auch STEINBRINCK, welcher die Fragestellung vor sich hatte, ließen es aber an letzteren vollständig fehlen.

I.

Ich nahm solche Untersuchungen bei *Tulipa* während längerer Zeit in größerer Zahl vor. Die Resultate bilden den direkten Beweis dafür, daß, entgegen den Theorien der letzten Dezennien, weder Hygroskopie, noch Kohäsionszug, noch Turgorschwund das Aufreißen dieser Antheren bewirkt. Ich maß viele Antheren im Zustande des erst beginnenden und des eben vollendeten Aufreißens der Nähte und hernach in sicher turgorfreiem und zugleich ungeschrumpftem Zustande, d. h. nach Beseitigung des hypothetisch angenommenen Turgors durch Erhitzen im Wasser[2]). Die Differenzen ergaben übereinstimmend, daß das Aufreißen während normaler Turgorspannung der Zellen stattfand. Was ist dem-

1) STEINBRINCK, l. c. S. 552 und Berichte d. D. B. G. 1909, S. 7.

2) Auf diese Art, den Turgor zu vernichten, ohne Schrumpfung zu veranlassen, kam ich durch einen dankenswerten Rat des Herrn Professor URSPRUNG an der Universität Freiburg (Schweiz), in deren botanischem Institut ich einen Teil dieser Versuche vollführte.

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

zufolge die Ursache des Aufreißens? Hygroskopie fällt offenbar ganz außer Betracht; auch für Kohäsionskontraktion ist keine Möglichkeit vorhanden, weil der Turgordruck die Membranen in entgegengesetzter Richtung spannt; ebenso ist kein eigentlicher Turgorschwund wirksam, er ist noch nicht da, und bloße Turgorschwankungen veranlassen erfahrungsgemäß noch keine Verletzung der Antheren. 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.

Nun erübrigt von Spannungen einzig noch jene, welche durch den auf die Fächer ausgeübten Druck von Seite der wachsenden Pollenmasse hervorgebracht wird. Wie die Untersuchungen lehren[1]), wachsen die Pollenkörner in der Tat ungemein rasch. Sie nähren sich dabei von der sie umgebenden Flüssigkeit, die dadurch zwar immer mehr verschwindet und somit den sich vergrößernden Körnern den Raum überläßt; aber die Saftzuleitung durch das in feinster Spitze endigende Filament hört bis zum Schluß nicht auf. Daß die Pollenmasse im Verhältnis schließlich stärker gewachsen ist als die sie deckenden Klappenwände, geht daraus hervor — ich spreche speziell von *Tulipa* —, daß die Fächer gegen das Ausreifen zu oft außerordentlich wulstig sind[2]) und beim Aufschneiden die Pollenmasse in Stangenform gepreßt erscheint. Es bedarf indeß zweifelsohne keines sehr bedeutenden Überschusses an Größe der Pollenmasse gegenüber der Größe des Klappenraumes, um die Klappe an ihrer schwächsten, anatomisch sehr charakteristischen Stelle aufzudrücken, denn die vorhandene Turgordehnung hält die Zellmembranen bereits gespannt, so daß das Gewebe dem wachsenden unwiderstehlichen Druck sich nicht lange durch weitere Dehnung anpassen kann, sondern bald reißen muß. Der Dehnung durch diese Druckspannung unterliegen namentlich die äußeren Tangentialwände der Fächerzellen; die inneren Tangentialwände werden durch den turgeszenten Zellinhalt gegen den Klappenraum hin gepreßt und gespannt, während umgekehrt die schwellende Pollenmasse sie gegen das Zellinnere zu

1) Vergleiche auch: On the development of the pollen grain and anther of som *Onagraceae*. By RUDOLF BEER. Westwood, Bickley, Kent (England). In: Beihefte zum Botan. Centralblatt, Band XIX, S. 288 ff.

2) Das berichtet von den Antheren schon TREVIRANUS: Physiologie der Gewächse. II. Bd. Bonn 1838. S. 286.

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

pressen sucht und damit den widerstehenden Zellinhalt nach außen, den äußeren Tangentialwänden zu, drückt.

Daß die wachsende Pollenmasse durch Druckspannung die Fächer aufreißt, ist indes nicht eine neue Behauptung. Für seine Zeit in der Anatomie sehr weit vorgeschritten, stellte schon MIRBEL[1]) sie auf im Jahre 1806; ferner C. F. LUDWIG, der von TREVIRANUS[2]) zitiert und zu widerlegen versucht wurde; schließlich anerkannte sie als Mitursache auch PURKINJE[3]). Daß die eigentlichen Beweise noch fehlten, ist für jene Zeit leicht zu begreifen. PURKINJE unterläßt nicht, seine Ansichten als „hypothetisch" hinzustellen, und erwartet gründlichere und allseitigere Arbeit von den zukünftigen Forschern. Eine Widerlegung dieses Teiles der früheren Anschauungen, die objektiv entscheidenden Wert hätte, fand ich bisher nirgends, außer vielleicht für einige Spezies, die aber nicht genannt sind, bei MEYEN[4]), welcher jedoch unbedingt durch Verallgemeinerung fehlt.

Es kommt ferner vor, daß abgeschnittene Tulpenantheren, die man in verwachsenem Zustande an trockener Stelle ungestört liegen läßt, erst nach eingetretener Volumverminderung an den Nähten aufreißen und ebenso, daß sie sehr stark zusammenschrumpfen, ohne an irgend einer Stelle zu reißen. In den ersteren Fällen setzen die festen Pollenmassen der weiteren Verengerung der Klappenräume unüberwindlichen Widerstand entgegen, während die Kontraktion der Wände naturgemäß ihr Werk zu vollenden sucht. Die dann eintretenden Risse beweisen, daß die Kontraktionsenergie größer ist als die Kohäsionsenergie der Membranen in den verwachsenen Nahtgeweben. In den anderen Fällen zeigte es sich, daß die Pollenmasse selbst noch großenteils flüssig war und verdunstete und die Antheren demzufolge ohne Riß ungemein ausgiebig schrumpfen konnten. Die ersteren Fälle wurden durch v. MOHL[5]) schon ganz richtig dargestellt, er hielt sie aber für das Normale und Allgemeine und bekämpfte von diesem irrtümlichen

---

1) In den Mémoires de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut de France. Année 1808. Paris MDCCCIX.

2) TREVIRANUS, Physiologie der Gewächse. II. Bd. Bonn 1838. S. 286.

3) PURKINJE, De cellulis antherarum fibrosis necnon de granorum pollinarium formis commentatio phytotomica. Vratislaviae MDCCCXXX. p. 14.

4) MEYEN, Neues System der Pflanzen-Physiologie. III. Bd. Berlin 1839. S. 135.

5) HUGO v. MOHL, Vermischte Schriften botanischen Inhalts. Tübingen 1845. S. 65.

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

Standpunkte aus und infolge unrichtiger Wertung bestimmter Beobachtungen die Theorie des Aufreißens durch die wachsende Pollenmasse.

Ich prüfte weiterhin die Widerstandsfähigkeit der verwachsenen Antheren gegen conc. Schwefelsäure. Während keine Fläche und keine Rinne der Anthere durch dieses scharfe Reagens angegriffen wurde, fand es bei allen bisher angestellten Versuchen nach kürzerer oder längerer Zeit Wege, durch die Antherennaht an irgend einer Stelle in die Pollenmasse einzudringen und durch Quellung derselben das Aufplatzen der Fächer zu erzwingen. Der Abschluß der Gewebe durch die Cuticula ist somit an den Nahtstellen zweifellos weniger vollkommen als an allen übrigen Teilen der Anthere; das kennzeichnet also ebenfalls die Rißlinie.

Die einzelnen Ergebnisse meiner vielen, mehrfach variierten Versuche werde ich veröffentlichen nach Erledigung einiger Nebenfragen.

II.

Im Anschluß hieran sei betont, daß nicht bloß ein hypothetischer, sondern ein unschwer konstatierbarer, tatsächlicher Unterschied besteht zwischen Gewebevertrocknung aus plasmabelebtem[1]) und aus nur wasserdurchtränktem Zustand bei *Tulipa*. Bei Querschnitten von Antheren, die gerade in primärer Öffnung begriffen waren, sah ich sehr starke Membranfalten in manchen Fällen; das Material war jeweilen frisch und weder mit Alkohol, noch mit Xylol und Paraffin in Berührung gekommen[2]). Die Ergebnisse bei Vertrocknung wassergefüllter Gewebe und Zellen, die meine eingehende Arbeit auf Grund genauester Beobachtungen und Messungen verzeichnet[3]), bleiben von diesen andern, abweichenden Resultaten unberührt. Den Grund der starken Differenzen hat man

---

1) Dieser Vorgang folgt naturnotwendig dem Aufreißen der Antheren in der Blüte. Die Frage nach der Ursache der Klappenkrümmung bei diesem Vorgange bezeichne ich deshalb als zweite Hauptfrage der Antherenmechanik.

2) In Betreff der gegenteiligen Methode STEINBRINCKs siehe auch LORCH l. c. S. 53.

3) Der Öffnungsmechanismus der *Tulipa*-Anthere. Eine anatomische und physiologisch-physikalische Arbeit. Mit 12 Figuren im Text und 1 Tafel. Von JACOB M. SCHNEIDER, Dr. theol. und phil. nat. Altstätten 1908. — Die erste Ausgabe erschien als Inauguraldissertation.

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

nicht, wie STEINBRINCKs[1]) unrichtige Schlüsse als Gegengrund vorschützen, in einer Veränderung der Gewebe zu suchen, sondern er besteht in der sehr verschiedenen Adhäsions- und Kohäsionsenergie der betreffenden Füllsubstanzen, d. h. des Zellinhaltes. Diese Sache liegt physikalisch ganz klar. Das Problem der Antherenmechanik ist demgemäß in exakter und einwandfreier Weise nur dadurch zu lösen, daß man konsequent unterscheidet zwischen der Feststellung der Ursachen: 1. des Öffnens der Antherennaht; 2. der erstmaligen Zurückkrümmung der Antherenklappen in der Natur; 3. der beliebig wiederholten Zurückkrümmung der Klappen nach Wiedererfüllung der Antheren mit Wasser. Das ist als Regel festzuhalten.

STEINBRINCKs[2]) Versuche im Vakuum und unter anderen, von ihm ausgeführten Bedingungen, in deren Nachprüfung und Erweiterung ich zur Zeit begriffen bin, ergeben interessante Resultate. Diese haben ihren Wert für sich; sie bilden dagegen keine Widerlegung der Ergebnisse der kohäsiven und hygroskopischen Schrumpfung, die sich unter den allgemein vorausgesetzten Bedingungen an Querschnitten und an einzelnen Zellen vollzieht und deren Verlauf mit dem Mikroskop irrtumsfrei festgestellt werden kann. Um STEINBRINCKs Schlüsse zu rechtfertigen, müßte also bewiesen werden, daß das Verhalten der Querschnitte und isolierten Zellen vom Verhalten der Zellen im Gesamtverbande unter sonst gleichen Bedingungen bezüglich des Schrumpfens wesentlich und zwar günstig abweicht. Das eine ist gewiß, daß die Abgabe des Wassers in letzterem Falle langsamer vor sich geht, aber auch das andere, daß die anatomischen Verhältnisse des Gesamtgewebes gegen die Kohäsions-Kontraktionen bedeutende Hindernisse bieten. Diese Hindernisse habe ich bereits früher nachgewiesen[3]).

Schänis, Schweiz.

---

1) Berichte der D.B.G. 1909, S. 7.
2) Ebendaselbst. S. 1—10.
3) Der Öffnungsmechanismus der *Tulipa*-Anthere. S. 34—36 und 39—41.

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): Schneider J.M.

Artikel/Article: Zur ersten und zweiten Hauptfrage der Antherenmechanik. 196-201