

Werk

Titel: Der Öffnungsmechanismus der Antheren bei den Angiospermen (Sammelreferat)

Untertitel: (Sammelreferat)

Autor: Damm, O.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021 | LOG_0406

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

2,26. Er ist ebenfalls am Astrographen aufmontiert. Das Rohr trägt am offenen Ende mittels dreier Streben einen Kassettenhalter; die Kasette selbst kann auf 0,05 mm genau eingestellt werden. Das Schattenbild des Plattenhalters mit den drei Streben hat sich bei extrafokalen Aufnahmen deutlich in den Sternscheibchen abgezeichnet, ein Beweis für die außerordentliche Güte des Spiegels, dessen einzelne Zonen genau demselben Paraboloid angehören müssen, damit die genannte Figur entstehen kann. Auch die anderen Untersuchungen bestätigen dieses günstige Urteil. In der Nähe der Achse sind die kleinsten, matten Bilder von Sternen 0,015 mm (3,3''), die runden, gleichmäßig geschwärzten Bilder 0,033 mm (7,3'') groß. Die Deformation der Bilder außerhalb der Achse ist durch Messungen genau untersucht; so wurde die Koma in 10' bzw. 30' und 70' Abstand 0,040 bzw. 0,188 und 0,595 mm lang gefunden. Wurde dagegen der Spiegel auf 24 cm abgeblendet, so erschien die Koma 56' von der Achse entfernt nur 0,135 mm lang.

Diesen Untersuchungsergebnissen entsprechen auch die Resultate der Nebelfleckaufnahmen. Zur Vergleichung konnten, da die Aufnahmen an Teleskopen zu Meudon und Ann Arbor, wo Schaeberle einen Spiegel von 33 zu 51 cm (Rdsch. 1904, XIX, 52) verwendet hatte, nicht ausreichend veröffentlicht sind, nur die Aufnahmen von I. Roberts und J. Keeler herangezogen werden. Ersterer besaß einen Spiegel von 51 zu 250 cm, Keeler photographierte mit dem Crossley-Reflektor der Licksternwarte mit 91 auf 530 cm.

Der Schmidtsche 41 cm-Spiegel gibt nun bei voller Öffnung schon bei zwei Minuten Belichtung von den Plejadennebeln die hellsten Teile und bei 30 Minuten alles Detail, was Keeler in vier Stunden erhalten hat. Roberts' vierstündige Aufnahme zeigt nicht so viel. Die Nebel um γ Cassiopeiae zeichnen sich in 40 Minuten so deutlich ab wie bei Roberts in 90 Minuten. Hinds veränderlicher Nebel (Rdsch. 1902, XVII, 495, 496) bei T Tauri wurde mit zweistündiger Belichtung dargestellt, während Keeler doppelt so lange exponieren mußte. Beim Crabnebel, der sich ganz anders als auf Rosses Zeichnung darstellt, wurden in zwei Stunden mehr Sterne und weiter reichende Nebelspuren entdeckt, als eine dreistündige Aufnahme von Roberts erkennen läßt. Von dem reichen Detail in den Nebeln bei ζ Orionis wird eine von Herrn Münch gezeichnete Skizze mitgeteilt, der eine zweistündige Aufnahme an dem auf 31 cm abgeblendeten Schmidtschen Spiegel zugrunde liegt. Bei Abblendung auf 24 cm und einem entsprechend größeren Gesichtsfeld wurde in einer Stunde der Orionnebel mit allem Detail und allen Sternen abgebildet, die eine Robertssche Aufnahme von 3 h 25 m aufweist. Im Sternhaufen des Herkules wurden bei gleicher Abblendung in fünf Minuten so viele Sterne abgebildet wie bei 60 bis 120 Minuten Belichtung am Astrographen von 32,5 cm. Ebenso übertrifft eine Aufnahme der Gegend um γ Cassiopeiae

von 60 Minuten Dauer an Sternreichtum eine Robertssche Aufnahme von 90 Minuten und zeigt zugleich die Milchstraßennebel, die bei Roberts überhaupt nicht zu erkennen sind.

Zur Prüfung der Leistungen großer Fernrohre hat man in Amerika Sternkärtchen ausgewählter Gegenden am Himmel benutzt; die Beobachter (Harvard-, Washington-, Lick- und Lowellsternwarte) haben in die Kärtchen die von ihnen gesehenen Sternchen nachgetragen. Lowell und Slipher wollen mit ihrem 24-Zöller in der reinen Luft von Arizona am weitesten gekommen sein. Aber auch die am 36-zölligen Lickrefraktor ergänzten Karten sind schon sehr reichhaltig. Eine solche Himmelsstelle (bei ϵ Orionis) wurde nun auch in Potsdam mit dem Schmidtschen Spiegel bei voller Öffnung aufgenommen. Bei nur 10 Minuten Belichtung sind nicht bloß alle schwächsten im Lickrefraktor gesehenen Sternchen 16. bis 17. Größe, sondern auch noch eine beträchtliche Anzahl schwächerer Sterne nachweisbar. Dieses „erfreuliche Resultat“ ist, wie Herr Vogel hinzusetzt, um so höher zu bewerten, weil zur Zeit dieser Aufnahme die Versilberung des Spiegels, die oft erneuert werden muß, schon merkbar gelitten hatte. Ein Teil der Karte ist nach einer Zeichnung von Herrn Münch reproduziert. Es sind darauf 61 Sterne unter 12. Größe enthalten gegen 44 auf der Lickkarte des Herrn R. H. Tucker.

Herr Vogel spricht zum Schluß die Hoffnung aus, „daß mit dem schönen Spiegel noch interessante Resultate zutage gefördert werden, besonders auch, wenn eine Verbindung des Spiegels mit einem geeigneten Spektrographen gelingt“. Die Anfertigung einer eigenen Montierung und die Konstruktion des Spektrographen, dessen optische Teile aus Bergkristall herzustellen seien, werden immerhin noch einige Zeit auf sich warten lassen. Besonders wichtig erscheint der Gedanke, das leicht transportable Instrument dann an einem geeigneteren Orte als in Deutschland, und besonders in der wasserreichen Potsdamer Gegend ausnutzen zu können. In der Tat ist es zu bedauern, daß so manches schöne Instrument in unserem Klima nicht voll zur Geltung kommt. Das Aufbringen der „Kosten für die sehr wünschenswerte und auf jeden Fall sicheren Erfolg versprechende Erweiterung der instrumentellen Mittel des Observatoriums“ zu Potsdam wird dem einflußreichen Leiter desselben hoffentlich in Bälde gelingen! A. Berberich.

Der Öffnungsmechanismus der Antheren bei den Angiospermen.

(Sammelreferat.)

Es ist bekannt, daß die Staubbeutel oder Antheren der angiospermen Phanerogamen vier Pollenfächer enthalten, in denen durch wiederholte Zellteilung die Pollenkörner entstehen. Wie Fig. 1 zeigt, liegen die Hohlräume paarweise links und rechts von der Längsachse der Antheren und ungefähr symmetrisch zu der durch diese Achse und das Blütenzentrum gelegten

Ebene. Zur Zeit der Reife öffnen sich bei den meisten Angiospermen die benachbarten Fächer durch einen gemeinschaftlichen Längsriß, und die Antherenwände

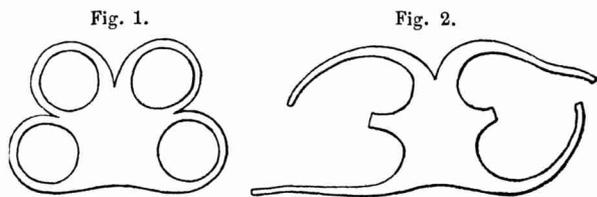


Fig. 1. Querschnitt durch eine junge Anthere. — Fig. 2. Querschnitt durch eine geöffnete Anthere.

krümmen sich (unter gewissen Voraussetzungen) nach außen, so daß der Blütenstaub heraustreten kann (Fig. 2).

Untersucht man Querschnitte durch den klappig zurückgekrümmten Teil der Antherenwand unter dem Mikroskop, so beobachtet man unterhalb der Epidermis von normalem Bau zumeist eine Schicht von Zellen, deren Wände mit faserförmigen oder leistenförmigen Verdickungen versehen sind (Fig. 3 und 4). Der Verlauf der faserförmigen Wandverdickungen ist gewöhnlich der, „daß sie über die Radialwände hinweg von außen nach innen ziehen, sich auf der Innenwand sternförmig durchkreuzen (Fig. 4), netzförmig vereinigen, parallel zu einander streichen oder zu einer kontinuierlichen Platte verschmelzen, die Außenwand dagegen frei lassen“ (Steinbrinck). Man hat dieser Zellschicht deshalb den Namen Faserschicht gegeben.

Die Frage des Aufspringens der Antheren beschäftigt die Botaniker fast seit 100 Jahren. Bis zum Jahre 1883 krankten die Untersuchungen aber fast alle an dem Fehler der rein morphologischen Betrachtungsweise. Erst mit Schinz beginnt die eigentliche experimentelle Untersuchung.

Mohl und Chatin hatten angenommen, daß für die Öffnung der Antheren die Epidermis wesentlich in Betracht komme. Es gelang nun Schinz, bei

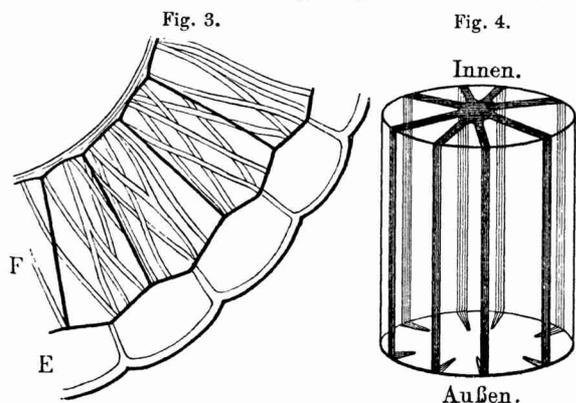


Fig. 3. Stück einer Antherenwand. E Epidermis, F Faserschicht.
Fig. 4. Schema einer Faserzelle in feuchtem Zustande.

Eranthis hiemalis die Epidermis von der Faserschicht zu trennen und beide Teile gesondert zu betrachten. Dabei ergab sich einerseits, daß die Bewegung der Faserzellschicht nicht im geringsten beeinträchtigt war; andererseits ließ sich an der isolierten Epi-

dermis eine Bewegung überhaupt nicht wahrnehmen. Somit war also bewiesen — Verallgemeinerung als berechtigt vorausgesetzt —, daß die Epidermis an der Öffnungsbewegung der Antheren in keiner Weise beteiligt ist. Von Schrodt wurde später auf Grund eigener, sorgfältigerer Versuche die Schinzsche Annahme über die Funktion der Epidermis bestätigt.

Die bewegenden Kräfte müssen also ihren Sitz in der Faserschicht haben. In welcher Weise die Zellen dieser Schicht wirken, das ist überzeugend zuerst von Leclerc du Sablon gezeigt worden. Schrodt und Steinbrinck haben später im wesentlichen die Richtigkeit dieser Annahme bestätigt und beachtenswerte Ergänzungen geliefert.

Leclerc du Sablon geht von der Annahme aus, daß nur die unverdickten Wandpartien der Faserzellen die Fähigkeit besitzen, sich zu kontrahieren. Da nun die Hauptmasse der Fasern auf der Innenseite der Zellen vorhanden ist, die Außenwände dagegen in der Regel vollständig faserlos sind, so schrumpft beim Austrocknen die Außenwand stärker als die Innenwand, und es muß notwendigerweise eine Auswärtskrümmung der Klappe erfolgen. Daß der Autor dabei gerade die Verholzung der Verdickungsleisten betonte, ist mehr nebensächlicher Natur. Somit gehört nach Leclerc du Sablon der Öffnungsmechanismus der Antherenklappen zu den rein hygroskopischen Erscheinungen; die Theorie ist als hygroskopische oder Schrumpfungstheorie zu charakterisieren.

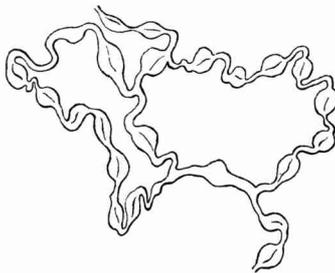
Eine tiefere wissenschaftliche Begründung erhielt die Theorie von Leclerc du Sablon erst durch Steinbrinck. Seine Forschungen basieren auf der Nägelischen Micellartheorie und auf den Untersuchungen Schwendeners über die Quellungs- und Schrumpfungsverhältnisse pflanzlicher Membranen. Er zeigte, daß in der Faserung der Zellen der Faserschicht die micellare Struktur zum Ausdruck kommt, durch welche die Richtungen des Schrumpfungsmaximums und -minimums bedingt sind. Messungen und Untersuchungen unter dem Polarisationsmikroskop ergaben, daß die Richtung der stärksten Schrumpfung senkrecht auf der Richtung der Fasern steht, während die Richtung des Schrumpfungsminimums mit der der Fasern zusammenfällt. Da nun jede Schrumpfung eine Quellung voraussetzt, wird man annehmen müssen, daß die Wassereinlagerung zwischen den einzelnen Längsreihen der Molekülgruppen oder Micellen, deren Verlauf mit dem Verlauf der Verdickungsleisten zusammenfällt, leichter erfolgt und größer ist, als zwischen den einzelnen Micellen der Längsreihen selbst. Es leuchtet das auch ein, wenn man bedenkt, daß die verschiedenen Micellarreihen unter einander lange nicht so fest verbunden zu sein brauchen wie die einzelnen Micellen einer und derselben Reihe.

Unter diesen Umständen muß die Innenwand einer Zelle der Faserschicht (Fig. 4) eine kegelartige Vorwölbung erfahren und etwa das Aussehen eines geöffneten Regenschirms annehmen. „Man denke sich

nur den Zylindermantel eines nach Fig. 4 gefertigten Drahtmodells mit der Hand umfaßt und zusammengedrückt. Unter diesem Zuge oder Drucke werden auch die verjüngten Enden der Leisten an der Außenwand nach innen gerückt. Ja, sie werden dieser Pressung in weit höherem Maße nachgeben als die aus der Sternscheibe entspringenden Wurzelstücke der Leisten, da deren Wandstärke und feste Verbindung unter einander ihre Verbiegung erschwert“ (Steinbrinck). Durch die mikroskopische Beobachtung wird die beschriebene Formveränderung der Faserzellen beim Austrocknen bestätigt.

So erschien die Schrumpfungstheorie in ihren Hauptzügen durchaus verständlich. Es erregte daher einiges Aufsehen, als 1898 einer der Begründer derselben, nämlich Steinbrinck, eine andere Theorie an ihre Stelle zu setzen suchte. Den Ausgangspunkt für seine neuen Betrachtungen bildete die Tatsache, daß nach neueren Untersuchungen die Kohäsion des Wassers und ebenso die Adhäsion seiner Teilchen an benetzbaren Körpern einen viel höheren Wert besitzt,

Fig. 5.



Digitalis purpurea. Tangentialschnitt von Faserzellen einer aufgesprungenen Anthere.

als früher allgemein angenommen wurde. Dixon und Joly haben ermittelt, daß ein Zug von etwa sieben Atmosphären nötig ist, um eine Wassersäule zum Zerreißen zu bringen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist aber der wahre Wert der Kohäsionsfestigkeit des Wassers noch erheblich größer. Bereits Kamerling hatte diese Tatsache für die Lösung des vorliegenden Problems zu benutzen versucht.

Die Mechanik des Öffnungsvorganges wäre nach Steinbrinck kurz folgende: Beim Austrocknen nimmt das Wasser in dem Innern der Faserzellen immer mehr und mehr ab. Infolge seiner außerordentlich starken Adhäsion an der Zellwand wird die Außenwand nach innen gezogen, und die dünnen Wandpartien der Radialwände legen sich in Längsfalten, so daß die radialen Zellwände wellblechartig verbogen erscheinen (Fig. 5). Die Falten sind am tiefsten in der Nähe der Außenwand, weniger tief nach der Innenwand zu. Auf diese Weise kommt eine Annäherung der Fasern und ein Zusammenneigen der radialen Wände zustande, so daß sich die Klappe unbedingt nach außen krümmen muß. Erst wenn das Wasser völlig aus dem Zellinnern geschwunden ist, beginnt die Austrocknung der Wände selbst. Eine nennenswerte mechanische Einwirkung übt dieselbe jedoch nicht aus.

In den zahlreichen Abhandlungen Steinbrincks finden sich zur Stütze seiner Theorie, der Kohäsionstheorie, hauptsächlich zwei Gründe: 1. die Behauptung, daß die Faserzellen nach der Auswärts-

krümmung der Antherenwände noch safterfüllt seien; 2. die Konstatierung von Faltungen der Zellwände an den nach außen gebogenen Klappen.

Gegen die allgemeine Gültigkeit der Kohäsionstheorie Steinbrincks haben sich hauptsächlich Schwendener und (in allerneuester Zeit) Colling¹⁾ mit aller Entschiedenheit gewandt.

Im Gegensatz zu Steinbrinck behauptet Schwendener auf Grund von Beobachtungen an den Antheren zahlreicher Pflanzen, daß die Öffnungsbewegung einer Antherenklappe immer erst dann beginnt, wenn alle Flüssigkeit aus dem Innern der Faserzellen verschwunden und die Klappe infolgedessen bei durchfallendem Licht schwarz geworden ist. Colling hat diese Behauptung an mehr als 100 Pflanzenarten bestätigt. Nur bei vier Arten: *Tacca macrantha*, *Polygala grandis*, *Sagittaria natans* und *Salvia officinalis*, die aber Schwendener vorher nicht untersucht hatte, beginnt die Bewegung der Klappen vor der Schwärzung des Zellinnern. Bei diesen Pflanzen ist also als Bewegungsursache die Kohäsionswirkung des verdunstenden Zellsaftes im Sinne von Steinbrinck anzusehen.

Auch von einer Faltenbildung hat Schwendener niemals etwas beobachtet; nach seinen Angaben bleiben die Zellwände nach wie vor straff gespannt. Aus einer Reihe von Messungen der Zellmembranen im feuchten und ausgetrockneten Zustande, die Schwendener ausgeführt hat, ergibt sich, daß die Kontraktion der Zellhäute in der zum Faserverlauf rechtwinkligen Richtung sehr beträchtlich, zum Teil überraschend groß ist. Sie betrug auf der Außenseite 53 bis 75 %. Diese Tatsache erscheint besonders wichtig, wenn man bedenkt, daß gewöhnliche Parenchymzellen nur etwa um 2 bis 3 % schrumpfen. Es kann darum nach Schwendener kein Zweifel darüber bestehen, „daß die Faserschicht der Antherenwand dem Zwecke der Öffnungs- und Schließbewegung in hohem Grade angepaßt ist, während irgendwelche Beziehungen zu besonderen Adhäsionswirkungen des Inhalts offenbar nicht bestehen“.

Colling weist mit Brodtmann darauf hin, daß Verbiegungen und Faltungen der Zellwände durch Gewebespannungen verursacht werden können, die durch den unsymmetrischen Bau der einzelnen Zellen und Zellschichten, besonders aber durch ungleiche Schrumpfungsfähigkeit bedingt sind. Außerdem zeigte Brodtmann, daß die Radialwände überhaupt nicht Angriffspunkte eines Kohäsionsmechanismus sein können, da ja jede Zellwand zwei Zellen angehört, so daß sich die nach entgegengesetzter Richtung äußernden Adhäsionskräfte in ihrer Wirkung aufheben müßten.

Die Einwärtskrümmungen der Außenwände erklärt sich Colling im Anschluß an die Stein-

¹⁾ Colling, Das Bewegungsgewebe der Angiospermen-Staubbeutel. Diss. Berlin 1905. — Erschienen auch in „Beitr. zur wissensch. Botanik“ von Fünfstück, 1906, Bd. V, S. 275—329. — Genaue Literaturangaben bis Ende 1905.