FLORA.

68. Jahrgang.

No. 26. Regensburg, 11. September 1885.

Inhalt. J. Schrodt: Das Farnsporangium und die Anthere. (Fortsetzung.)

Das Farnsporangium und die Anthere.

Untersuchungen über die Ursachen des Oeffnens und Umrollens derselben

von

J. Schrodt.

(Fortsetzung.)

II. Theil: Die Antheren der Blütenpflanzen.

Seitdem Mirbel i. J. 1808 die Beobachtung gemacht hatte, dass in den Klappen der Staubbeutel unter der Oberhaut eine Schicht eigenthümlich geformter Zellen sich findet, ist diese Thatsache wiederholt zum Gegenstand der Untersuchung gemacht worden, und man ist bemüht gewesen, aus den gewonnenen Resultaten Schlüsse zu ziehen auf die Bedeutung dieser Schicht für das Aufspringen der Staubbeutel und das Umrollen der Klappen.

Im folgenden gebe ich zuerst eine Uebersicht der mir bekannt gewordenen Literatur, geordnet nach der Zeit der Veröffentlichung:

1) Mirbel: Observations sur un système d'anatomie comparée des végétaux in: Mémoires de l'Institut de France, Math. et Phys. Paris 1808 pag. 331.[1])

[1]) Die Frage, wer zuerst die Zusammensetzung der Antherenwand genauer erkannt und beschrieben habe, ist für mich ohne hervorragende Bedeutung; doch glaube ich, dass Mirbel bei Schinz a. a. O. in der historischen Uebersicht nicht zu seinem Rechte kommt, wenn nur die schon von Meyen, Physiologie 1. Bd. S. 65 angeführte Stelle beachtet wird.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0473-1

2) Meyen, F. J. F.: Ueber den Inhalt der Pflanzenzellen. Berlin 1828. pag. 53.

3) Purkinje, J. E.: De cellulis antherarum fibrosis ..... comment. phytotom. XVIII tab. Vratisl. 1830.

4) Mohl, Dr. H.: Ueber die fibroesen Zellen der Antheren, in: Flora, 13. Jahrgang, 2. Bd. Regensburg 1830.[1]) pag. 697.

4a) Mohl, H. v.: Vermischte Schriften botanischen Inhalts. 13 Taf. Tübingen 1845. pag. 62.[2])

5) Treviranus, Ludolph Christian: Physiologie der Gewächse. Bonn, Ad. Marcus, 1838. II. Bd.

6) Meyen, F. J. F.: Neues System der Physiologie. I. Bd. pag. 64. Berlin 1837 und III. Bd. p. 133. Berlin 1839.

7) Warming, Dr. E.: Untersuchungen über Pollen bildende Phyllome und Kaulome, in Hanstein, Dr. J.: Botanische Abhandlungen, II. Bd., 2. Heft. Bonn 1873.

8) Chatin, Adolphe: Comtes rend. de l'Acad. d. scienc. Paris 1870.

9) Chatin, Adolphe: De l'anthère; recherches sur le développement, la structure et les fonctions de ses tissus. Paris 1870.

10) Schinz, Hans: vergl. pag. 458.

Von den im vorstehenden aufgeführten Bemerkungen und Abhandlungen sind die von Purkinje, Mohl, Chatin und Schinz herrührenden die wichtigsten. Die anderen enthalten z. T. fehlerhafte Beobachtungen, weil zu einer Zeit angestellt, in welcher weder unsere botanischen Kenntnisse hinreichend vertieft, noch die Methoden der Untersuchung und die dabei benutzten Instrumente genügend entwickelt und vervollkommnet waren; z. T. sind es nur kurze Bemerkungen, in denen die Verfasser die Ergebnisse der oben genannten kritisch beleuchten.

Nächst Chatin, der uns später beschäftigen wird, hat Purkinje das umfangreichste Material geliefert. Seine Untersuchungen erstrecken sich über die Antheren von Pflanzen aus 83 verschiedenen Familien. Das Ergebnis derselben, soweit es für unsere Frage von Interesse ist, findet man auf S. 13 seiner Abhandlung. Es lässt sich dahin zusammenfassen, dass die

---

[1]) Schinz verlegt die Arbeit von Mohl irrtümlich „einige Jahre später" als die von Purkinje. Er scheint die Originalabhandlung des letzteren nur aus Mohl gekannt zu haben, der nicht genau citiert, sondern nur von der „kürzlich erschienenen Schrift P's." spricht.

[2]) Auszug aus 4.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0474-7

Wandverdickungen der Faserschicht bei der Reife steif und elastisch werden und vermöge ihrer Elastizität das Bestreben zeigen, eine Gleichgewichtslage anzunehmen, welche von der ihnen bei ihrer Anlage erteilten verschieden ist. Dadurch wird die ganze Faserschicht vergrössert, und als Folge davon rollen sich die Antherenhälften nach aussen um.

Gegen diese Auffassung wendet sich nun Mohl in der oben angeführten Arbeit. Nachdem er auf Grund eingehender Studien manche wesentliche Irrtümer Purkinje's bezüglich der Deutung des Gesehenen richtig gestellt und auf die Uebergänge zwischen den verschiedenen Formen hingewiesen hatte, unterwirft er die mechanische Deutung Purkinje's einer genauen Besprechung.

Er bemängelt am meisten die von dem letzteren stillschweigend gemachte Voraussetzung, dass die schwache Epidermis feste Punkte darstellen sollte, gegen welche die elastischen Fasern sich stützten. Sie müsste zerreissen oder ausgedehnt werden, während sie sich in Wirklichkeit zusammenziehe. Ich werde auf diesen Punkt bei der Besprechung der Mohl'schen Deutung des Vorgangs eingehender zurückzukommen haben. Hier sei nur so viel bemerkt, dass die blosse Verkürzung der Epidermiszellen kein stichhaltiger Einwand gegen Purkinje ist. Wenn eine solche wirklich stattfände, so würde dadurch die Wirkung der Fasern nur erhöht werden; ja selbst eine begrenzte Ausdehnung der Epidermis würde die Bewegung nicht aufheben, sondern nur bis zu einem gewissen Grade beeinträchtigen.

Nach eingehender Würdigung der Purkinje'schen Ansichten stellt Mohl seine eigene auf, die ungefähr in folgendem besteht:

Die grösste Masse der Fasern liegt auf der inneren Zellmembran. Diese Fasern werden in Hinsicht auf ihr Verhältnis zu Wasser sich analog den dickwandigen Zellen des Bastes oder Holzes verhalten. Diese ziehen sich aber weniger zusammen als das Parenchym. Beim Vertrocknen der Antheren werden sich also ihr äusserer Teil, Epidermis, Epidermalwand der Faserzellen und die Seitenwandungen derselben stärker zusammenziehen als die innere, mit derben Fasern besetzte Wandung. Wenn eine Antherenwand mehrere Schichten Faserzellen besitzt, so sind die Zellen der äusseren Schichten grösser als die der inneren. Dies Verhältnis muss ebenfalls die Folge

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0475-3

haben, dass die Wandung der Antheren sich nach aussen krümmt. In diesem Falle hält er seine Ansicht für sicher begründet; dagegen will er ihr eine allgemeine Gültigkeit nicht zugestehen; denn er schliesst seine Abhandlung in der Flora mit den Worten:

„Verschweigen kann und darf ich allerdings nicht, dass diejenigen Zellen, welche auf ihrer vorderen Fläche mit Fasern besetzt sind, als Gegenbeweis gegen diese Erklärung angeführt werden können. Wie dieser Widerspruch zu lösen, ob die Masse der Fasern auch bei diesen Zellen auf der einen Seite überwiegt, wie es bestimmt bei einem Teile der Zellen der Fall ist, oder ob die Natur ein anderes Auskunftsmittel getroffen hat, hierüber müssen künftige Forschungen entscheiden.“[1])

Nach dieser Selbstkritik, welche Mohl an seiner Arbeit übt, bleibt nur wenig zu erinnern. Zunächst meine ich, dass er Purkinje in einem Punkte nicht hat Gerechtigkeit widerfahren lassen; denn wenn er demselben den Vorwurf macht, der dünnen Epidermis zu viel Widerstandskraft gegen das Ausdehnungsbestreben der fibrösen Schicht zugemutet zu haben und dann in seiner Anschauungsweise die Epidermis und die dünnen Teile der faserführenden Schicht sich zusammenziehen lässt, während die Fasern selbst verhältnissmässig starr bleiben, so ist das mechanisch betrachtet eine einfache Umkehrung des Problems, bei welcher der Epidermis genau dieselbe Leistung zugewiesen wird.

Im übrigen habe ich gegen Mohl's Auffassung nur noch den einen Einwand zu machen, dass er es wie auch Purkinje unterlassen hat, durch direkte Versuche dieselbe zu bestätigen, indem er die Epidermis loslöste und das Verhalten der Teile prüfte. Daher ist seiner Behauptung, dass alle dünn gebliebenen Stellen der Antherenwand sich verkürzen, keine Bedeutung beizulegen.

Denselben Fehler, auf Grundlage rein morphologischer Thatsachen die Frage entscheiden zu wollen, hat auch sein Nachfolger Chatin begangen, der die wichtige Mohl'sche Arbeit nicht einmal gekannt hat. Er fasst die Ergebnisse seiner

[1]) Wie dieser Aeusserung gegenüber Schinz, der ausdrücklich die erste Arbeit von Mohl anführt (S. 7) auf der folgenden Seite behaupten kann: „Mit Mohl's Abhandlung schien nun die Frage ihren endgültigen Abschluss gefunden zu haben“, ist mir unerfindlich.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0476-9

Untersuchungen in der unter No. 8 von mir aufgeführten Arbeit in folgende Worte zusammen:

„Concluons donc, quant à l'exothecium[1]) ou première membrane de l'anthère que son rôle dans les phénomènes de déhiscence, certain dans quelques cas, est probable dans le plus grand nombre mais absolument nul dans quelques anthères", und stützt seine Angaben vornehmlich durch den Hinweis einerseits auf Antheren ohne Faserschicht, anderseits auf solche ohne Epidermis oder mit verhärteter Epidermis. Leider sind diese Beobachtungen nicht zuverlässig genug, um die darauf gebauten Schlüsse zu rechtfertigen. Ich habe mich davon überzeugt, dass *Vitis*, welches von Chatin als ohne Epidermis angeführt wird, eine solche sicher besitzt und habe meine Beobachtung in der gleich zu besprechenden Arbeit von Schinz bestätigt gefunden. Aus diesen Gründen kann auch der Chatin'schen Arbeit eine abschliessende Bedeutung in Rücksicht auf die uns beschäftigende Frage nicht zuerkannt werden.

Während das Ziel Chatin's viel weiter gesteckt ist und nur nebenbei Streiflichter auf die Bewegungserscheinungen bei den Antherenklappen geworfen werden, verfolgt Schinz den ganz bestimmten Zweck, eben die Ursachen dieser Erscheinungen zu ergründen. Nachdem er (S. 10) in der historischen Einleitung den gegenwärtigen Stand der Frage mit den Worten geschildert: „Es stehen sich somit zwei Ansichten diametral gegenüber, diejenige Purkinje's und die Hugo v. Mohl's" geht er auf dem denkbar geradesten Wege auf sein Ziel los, indem er das Verhalten der Antheren nach Entfernung der Epidermis prüft.

So vortrefflich indessen das Verfahren an sich sein mag, so wenig kann man mit dem übereinstimmen, was dadurch am Ende bewiesen sein soll. Der Fehler, den Schinz gemacht hat, liegt darin, dass er die Arbeit Mohl's nicht genügend gewürdigt und dadurch zu einer falschen Fragestellung gelangt ist; denn der letztere spricht ausdrücklich von der Verkürzung aller unverdickten Zellbestandteile und daher handelte es sich nicht um Verkürzung der Epidermis oder um Eigenbewegung der Klammern allein. Wenn also Präparate ohne Epidermis an Bewegungsfähigkeit nichts eingebüsst hatten, so durfte daraus keineswegs gefolgert werden, dass die Greifbe-

---

[1]) Eine von Purkinje eingeführte Bezeichnung für Epidermis. Endothecium = Faserschicht.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0477-5

wegungen der Klammern für das Spiel der Klappen in Anspruch zu nehmen seien, sondern es war damit nur das eine und nichts weiter bewiesen, als dass die Epidermis für die Oeffnungserscheinungen der Antherenklappen ohne Bedeutung sei.

Im einzelnen habe ich noch folgendes zu bemerken:

Zuerst werden die *Cycadeen* behandelt und dabei ein *Stangeria*- und ein *Encephalartos*-Typus unterschieden. Bei dem ersteren besteht die Antherenwand aus drei Schichten. „Die epidermalen Zellen erinnern bezüglich ihrer Verdickung sehr an die Annuluszelle von *Scolopendrium*, indem sich auch hier das Lumen von aussen nach innen verschmälert.“ Dementsprechend soll auch hier die Bewegung durch ungleiche Quellung der Verdickungsschichten hervorgerufen werden. Als Beweis wird angeführt, dass an der losgelösten Epidermisschicht, von welcher die Aussenwand abgeschnitten war, beim Austrocknen die äusseren Enden ihrer Radialwände sich näherten.

Beim *Encephalartus*-Typus ist nun aber die Anordnung der Verdickungsmasse in den Epidermalwänden gerade umgekehrt, die Epidermiszellen von *Stangeria* sind auf den Kopf gestellt zu denken, die Verdickungsmasse liegt aussen. Auch hier wird diese Zellschicht losgelöst und mit Wasser entziehenden Mitteln behandelt und wieder wird die in der geschlossenen Anthere konvexe Seite zur konkaven, während man doch in der vom Verfasser vertretenen Anschauungsweise gerade das entgegengesetzte vermuten sollte. Hier lässt derselbe denn auch seine Annahme von der grösseren Kontraktionsfähigkeit der inneren Verdickungsschichten pure fallen und geht über die Schwierigkeit mit folgenden Worten hinweg: „Die Zellen sind nach aussen ungemein stark verdickt, also ist dort mehr quellungsfähige resp. kontraktionsfähige Substanz vorhanden als auf der inneren Seite.“ Dass damit der Widerspruch nicht beseitigt, vielmehr den Tatsachen Gewalt angethan ist, liegt auf der Hand.

In dem Abschnitte über die Angiospermen werden zuerst diejenigen Antheren abgehandelt, bei denen der grösste Durchmesser der Faserzellen der Längsausdehnung des Pollensackes gleichgerichtet ist und die Ebenen der klammerförmigen Verdickungen senkrecht dazu stehen. Bei *Eranthis hiemalis* werden die Oberhautzellen entfernt und dann bewegten sich die Klappen während des Austrocknens in derselben Weise wie an unverletzten

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0478-0

Antheren. Sodann werden noch zwei Punkte von Bedeutung hervorgehoben: 1) So lange die Epidermiszellen im Zusammenhange mit der Faserschicht stehen, wölben sie sich beim Austrocknen kegelförmig nach aussen; werden dieselben aber aus dem Verbande mit der darunter liegenden Schicht gelöst, so erfahren sie niemals eine Gestaltveränderung. 2) Beim Oeffnen der Antheren nähern sich die Enden der gegenüberstehenden leistenförmigen Verdickungen gegenseitig unter Faltenbildung der äusseren, an die Epidermis grenzenden Membran. Aus diesen Tatsachen wird nun der Schluss gezogen, dass von einer aktiven Beteiligung der Membran keine Rede sein könne, sondern dass die Bewegungen wie beim Sporangium der Farne durch ungleichen Wasserverlust in den Verdickungsschichten der Leisten zu erklären seien. Damit stellt sich Schinz auf den Standpunkt Purkinje's, welcher die Bewegungsursachen ebenfalls in den Fasern der zweiten Schicht suchte, nur mit dem Unterschiede, dass in der jüngsten Wendung eine klarere Mechanik zu Grunde gelegt wird, während die ältere Ansicht nur ganz allgemein von grösserer Steifigkeit und Elastizität der Fasern bei der Reife spricht.

Betrachtet man nun der Reihe nach die Gründe, welche Schinz für seine Ansicht beibringt, so lässt sich am wenigsten etwas gegen den zuerst erwähnten Versuch geltend machen, nur dass hier, wo die Entscheidung liegt, jede nähere Angabe vermisst wird, welche den Leser in den Stand setzt, sich über die Zuverlässigkeit des Versuchs ein eigenes Urteil zu bilden. Man fragt sich beim Lesen: Hat der Verfasser an Querschnitten die Epidermis entfernt, oder hat er eine ganze Klappe in dieser Weise behandelt und dann erst Querschnitte durch dieselbe gemacht, oder hat er überhaupt die ganze Klappe spielen lassen etc etc.

Was sodann den zweiten Punkt betrifft, das papillenartige Hervorwölben der Epidermiswand, so findet sich bei Schinz darüber zunächst die Angabe, dass einzelne Forscher daraus auf eine aktive Bethätigung der Membran geschlossen hätten. Es ist mir nicht bekannt geworden, welche Autoren es gewesen sein mögen; ich meine aber, dass man aus dieser Tatsache eher das Gegenteil folgern müsste. Wenn nun Schinz darauf aufmerksam macht, dass die Epidermis beim Austrocknen nur an den Stellen Papillen gezeigt hätte, an welchen sie mit der fibrösen Schicht in Verbindung war, weil sie dort durch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0479-9

die Bewegung der Fasern aufgestülpt würde, so kann ich dieser Betrachtungsweise nicht zustimmen, weil ich meine, dass unter der Voraussetzung einer kontraktionsfähigen Membran die Gestaltsverhältnisse einer solchen ganz anderen Bedingungen unterworfen sein werden, wenn dieselbe auf einer widerstehenden Schicht festgeheftet ist, als wenn sie der Kontraktion ungehindert folgen kann.

Endlich scheinen mir auch die Verbiegungen der Aussenwände der Faserzellen für sich allein noch keinen Beweis gegen die Aktivität der Membran abzugeben; denn wenn von derselben vorzugsweise die Aussen- und die Radialwände sich kontrehierten, so kann die Folge davon sehr wohl in solchen Verbiegungen sich äussern. Anders gestaltet sich freilich die Sache, wenn beide Momente zusammenfallen. Auf diesen Punkt komme ich später ausführlich zurück.

Im folgenden werden dann zunächst die anatomischen Einrichtungen bei einer anderen Anzahl von Familien abgehandelt und es wird darauf aufmerksam gemacht, dass überall da, wo die Faserzellen gleiche Durchmesser zeigen und die Fasern gleich verteilt sind, auch eine Verkürzung der Antherenwand in der Längsrichtung eintritt, wie es nach der Auffassung des Verfassers zu erwarten ist.

Alsdann geht die Abhandlung zu den mit Klappen sich öffnenden Antheren über. Es wird hervorgehoben, dass bei *Berberis* an der der Blütenmitte zugekehrten Seite ein Teil des Pollensackes als schmaler, längs verlaufender Saum, vom Verfasser Mantel genannt, sich nicht loslöst. Dieser Teil rollt sich nun um eine mit der Längsrichtuug der Anthere parallele Axe so auf, dass die Epidermal-Seite die innere wird, während die Klappen sich um eine zur vorigen Axe im allgemeinen senkrechte Linie umschlagen. Dementsprechend seien auch die Verdickungsleisten der Faserzellen angeordnet. Im Mantel beobachte man die Ebene der Klammern horizontal gestellt, während in der Klappe eine Drehung um 90 Grad stattgefunden habe.

Ich gebe zu, dass eine solche Stellung der keilförmigen Verdickungen der Auffassung von Schinz eine gute Grundlage geben würde, ich bestreite aber auf das entschiedenste, dass bei *Berberis* und seinen Familienverwandten die Anatomie der Klappen mit der obigen Darstellung übereinstimmt. Bei dem

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0480-0

Berichte über meine eigenen Beobachtungen werde ich mich über diesen Punkt ausführlicher verbreiten.

Am Ende seiner Darstellung prüft Schinz die aus seinen bisherigen Untersuchungen gezogenen Schlüsse an denjenigen Antheren, bei welchen der grösste Durchmesser der Faserzellen senkrecht zur Wachstumsrichtung der Klappen und die Verdickungsfasern darin wie in einem Ringgefässe angeordnet sind, nur dass die Ringe unter der Epidermis nicht geschlossen sind. Hier müsste also eine Verkürzung der Klappen in der Längsrichtung die Folge sein, wie auch ein Versuch bewiesen hat (das. S. 40), während ein Einfluss auf die Oeffnungsbewegungen von vorn herein nicht ersichtlich ist. Der Verfasser erkennt diese Schwierigkeit an, indem er (S. 38) sagt:

„Die Art der Verdickung, ganz besonders aber der Verlauf der Endothecium-Zellen bei diesen Pflanzen, ist nun aber sehr geeignet, berechtigten Zweifel in die Richtigkeit der Annahme, dass die aktive Kraft in den Leisten zu suchen sei, hervorzurufen.“

Wie gross die Anzahl derjenigen Pflanzen ist, bei denen man auf diese Schwierigkeit stösst, geht aus folgenden beiden Bemerkungen hervor:

Purkinje sagt S. 31:

„Dimensio longitudinalis cellularum plerumque ad raphen loculi perpendicularis est.“

Bei Chatin findet man die Bemerkung:

Am allgemeinsten sei der Fall, wo die fibrösen Zellen länger als breit sind und auf der Ristlinie senkrecht stehen, „disposition la plus faverahle à une traction sur la ligne suturale“,

und in seinem Buche sagt er:

„Dans l'un des cas le plus commun les cellules plus longues que larges étendent leur ellipse dans une di rection perpendiculaire à la ligne de déhiscence“.

Bei dem Versuche nun, diese Schwierigkeit zu beseitigen, ist der Verfasser nicht glücklich gewesen. Er beschreibt denselben folgendermassen: Im Innern eines Gummischlauches (Fig. 11) wird eine Stricknadel aa festgenäht und der Schlauch an der gegenüberliegenden Seite aufgeschnitten. Biegt man nun die Mitte der Nadel nach dem Innern der Röhre zu, so beobachtet man zweierlei:

1) Die Oberfläche des Schlauches in der Linie aa wird runzlig — Schinz spricht von einer Kontraktion der Aussenseite, worunter nichts anderes verstanden werden kann —;

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0481-6

2) die Röhre klafft am stärksten in der Mitte, schwächer gegen die beiden Enden hin.

Diese letzte Thatsache wird nun ganz richtig dadurch erklärt, dass durch den Druck in der Mitte die kreisförmigen Querschnitte durch Abplattung zu Ellipsen werden und dass in Folge davon die Ränder des Spaltes in der Mitte auseinander weichen müssen. Was nun hier in der einen Linie aa vor sich gehe, das finde in den Antherenklappen in jeder mit aa gleichgerichteten Linie statt, wobei jede der vier Klappen als ein solcher Gummischlauch betrachtet wird, und bewirke das Klaffen der Antheren.

Hier sind offenbar zwei Erscheinungen mit einander verglichen, die nichts mit einander zu thun haben. In der Anthere findet eine Verkürzung der Aussenseite gegenüber der Innenseite statt, womit unmöglich ein Druck gegen die Mitte der Linien aa gleichgesetzt werden darf. Wohl kann bei einem in der oben beschriebenen Weise hergerichteten Gummischlauche bei der Biegung der Nadel unter gewissen Bedingungen eine Runzelung der Oberfläche der Röhre eintreten, nicht aber wird umgekehrt eine Annäherung der Massenteilchen an den oberflächlichen Schichten in den Richtungen aa ein Klaffen in dem angedeuteten Sinne bewirken, wie es offenbar notwendig wäre, wenn der Vergleich zwischen Röhre und Anthere berechtigt sein sollte. Ich bin der Meinung, dass der in der Natur stattfindende Vorgang dadurch genauer nachgeahmt werden kann, dass man in einem gespannten Gummischlauche einen ungespannten festnäht oder -klebt, sodann die Röhre durch einen Längsschnitt öffnet und nun die Spannung des äusseren Schlauches aufhebt. Man hat dann eine äussere sich verkürzende Schicht in Verbindung mit einer inneren, Widerstand leistenden. Dass hierbei in der Mitte des Schlauches ein stärkeres Klaffen zu stande kommen sollte als an den Enden, ist bei dem gleichartigen Verhalten aller Querschnitte nicht denkbar.

Somit bleibt die Schwierigkeit, welcher die Auffassung von von Schinz bei einer grossen Zahl von Familien begegnet, bestehen, und es ist hinzuzufügen, dass Antheren, deren Fasern ring- oder spiralförmig verlaufen, sich ebenfalls in ihren Bewegungen nur schwer durch die von ihm beliebte Betrachtungsweise erklären lassen.

Nach alledem musste ich also die Frage nach den Ursachen der Bewegungen der Antherenklappen als eine offene betrach-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0482-1

ten insofern nämlich, als durch die vorliegenden Untersuchungen zwar die in Frage kommenden Möglichkeiten genau bezeichnet sind, keine derselben jedoch unbedingt sicher begründet erschien.

Wie ich aber schon ausgeführt habe, handelte es sich durchaus nicht um die Wahl zwischen dem aktiven Verhalten der äusseren Zellschicht und dem der Faserzellen. Vielmehr musste die Untersuchung in erster Linie darauf ausgehen, eine Entscheidung über das aktive oder passive Verhalten der Epidermis herbeizuführen. Wenn Präparate ohne dieselbe keine Beweglichkeit zeigten, so stand das aktive Verhalten derselben ausser Frage. Im anderen Falle, wenn durch das Ablösen derselben eine bemerkbare Beeinträchtigung des physiologischen Vorgangs nicht beobachtet werden konnte, blieb immer noch die Frage offen, ob die dünnen Stellen der Faserzellen oder die inneren Lagen der Klammern durch stärkere Kontraktion die Oeffnungserscheinungen bei reifen Antheren bedingen.

Die weiter zurückliegende Frage, ob Turgeszenzerscheinungen oder Hygroscopizität die Längenunterschiede in der äusseren und inneren Zellschicht hervorbringen, schien mir genügend im Sinne der zweiten Annahme entschieden durch den Nachweis, dass an Querschnitten durch vertrocknete Staubbeutel die Bewegungen der Klappen bei Zusatz von Wasser und Verdunsten desselben beliebig oft wiederholt werden konnten.

Da ferner heute wohl niemand mehr der Ansicht ist, dass Zellwände oder Teile derselben durch Wasserverlust ausgedehnt werden, so musste auch die Vorstellung von Purkinje abgewiesen werden. Es war daher eine andere Fragestellung als die obige nicht wohl möglich. Doch gebe ich zu, dass man den ersten Punkt durch die Untersuchungen von Schinz im Sinne einer Inaktivität der Epidermis für erledigt halten könnte. Da mir indessen, wie gezeigt, diese Arbeit in ihren Resultaten nicht widerspruchslos erschien, so habe ich auch den ersten Punkt einer erneuten Prüfung unterzogen, in der Ueberzeugung, dass eine Bestätigung durch Experimente für die sichere Begründung der Frage nicht wertlos sei.

Der Weg, welchen ich einschlagen zu müssen glaubte, um mich für die eine oder andere Möglichkeit zu entscheiden, ergab sich für mich aus der bekannten Thatsache, dass bei denjenigen Antheren, welche mit Klappen aufspringen, einerseits das Aufrollen der letzteren um eine Axe stattfindet, deren

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0483-7

Richtung abweichend von der Regel meist senkrecht zur Längsaxe der Pflanzenteile steht und dass andrerseits die Bewegung fast ganz auf gewisse meist höher gelegene Punkte beschränkt bleibt. Wenn also der Mechanismus des Oeffnens in bestimmten Strukturverhältnissen der Antherenwand ausgedrückt war, so liess sich erwarten, dass diese Vorrichtungen an den Stellen stärkster Bewegung besonders hervortreten und dass sie, wie es ja auch Schinz gefunden haben will, in einer um 90 Grad gedrehten Lage sich befinden mussten.

Die folgenden Ausführungen sind der Darstellung der Beobachtungen gewidmet, welche ich nach den angegebenen Gesichtspunkten ausgeführt habe.

Ich beginne mit der Familie der

Berberideen

und bemerke, dass meine Ausführungen *Mahonia intermedia* behandeln, dass aber jede andere Art fast genau dieselben Verhältnisse erkennen lässt und sich zur Untersuchung eignet.

Die Anatomie der Klappen ist aus meinen Figuren 6—8 ersichtlich, und es wird durch dieselben, wie ich hoffe, die Thatsache über jeden Zweifel erhoben, dass die Ebene der Klammern auf der Längsaxe der Klappen senkrecht ist, eine Anordnung, welche das gerade Gegenteil von dem bedeutet, was Schinz behauptet hatte.

Fig. 6 ist eine mit dem Prisma gezeichnete Klappe und lässt eigentlich von Anfang an keinen Zweifel über die Orientierung der Fasern. Gerade an der Stelle, an welcher die Klappe sich umschlägt, sieht man auf der Aussen- und Innenseite die Fasern mit fast geometrischer Strenge parallel unter einander und senkrecht zur Längsaxe des Organs angeordnet, während weiter unten, wo die Klappe sich nur ein wenig streckt, aber nicht umschlägt, von jener strengen Regelmässigkeit abgewichen ist. Hier sind schief gestellte Fasern nichts Seltenes. Natürlich findet aus einem Gebiete in das andere ein allmähliger Uebergang statt, so jedoch, dass unter allen Umständen das Bild eines Dreiecks zu stande kommt, in welchem die Fasern fast parallel zur Grundlinie verlaufen. Streng genommen stellt sich die Sache ein wenig anders. In unserer Figur 6 ist der Rand, welcher mehr einen geraden Verlauf zeigt, derjenige, welcher an der Innenseite des Konnektif angeheftet war. Eine genaue Betrachtung unserer Zeich-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0484-3

nung zeigt nun, dass gegen den Aufhängepunkt der Klappe die Fasern sich etwas dem Innenrande parallel stellen, eine Anordnung, die an einen Fächer erinnert und wahrscheinlich mit der Drehung der Klappen im Zusammenhang steht. Bekanntlich sind letztere, wie die Flügel beim Vogel, an der rechten und linken Seite befestigt, während an der geöffneten Anthere die mit Pollen bedeckten Innenseiten derselben schliesslich dem Blütenmittelpunkte zugewendet sind. Ich will aber ausdrücklich hervorheben, dass diese Lagenveränderungen der Klammern in meiner Zeichnung genau dargestellt und wie sich daraus ergiebt unbedingt zu klein sind, um etwa im Sinne der von Schinz vertretenen Anschauungsweise gedeutet zu werden

Fig. 7 ist ein Querschnitt durch den oberen Teil der Klappe, in welchem die Faserzellen besonders gut entwickelt und typisch gebaut sind. Die Fasern sind kräftig, erinnern in ihrer Form an Hufeisen, welche in der Längsrichtung der Anthere übereinander geschichtet sind, so dass man bei tieferer Einstellung die weiter unten gelegenen perspektivisch etwas nach innen verschoben erblickt. Es soll nicht geleugnet werden, dass in seltenen Fällen nicht auch eine Faser einmal etwas anders angeordnet ist, wie es unsere Fig. 7 bei a und b zur Darstellung bringt; doch habe ich dann immer die Bemerkung machen können, dass solche Verdickungen den normalen gegenüber an Stärke erheblich zurückstehen. Unter der Epidermis, welche aus so englumigen Zellen besteht, dass man häufig die äussere und innere Wand nicht getrennt wahrnehmen kann, sind die Fasern durch dünne Stränge mit einander verbunden, so dass meist geschlossene Ringe entstehen. In der Gegend des Dreiecks sind auch diese oberen Verbindungen dicker als weiter unten und in den benachbarten Zellen einander gegenüber gestellt, so dass in demselben Querschnitte alle in gleicher Höhe liegen. Unter der typischen Faserschicht bemerkt man hier und da einzelne ungefähr gleichmässig verdickte Zellen mit kreisförmigem Umriss in die Tapetenschicht wie zur Verstärkung eingelagert. Eine Regelmässigkeit in der Anlage habe ich nicht beobachten können, so dass ich über ihre Bedeutung mit Bestimmtheit nichts auszusagen vermag. Vielleicht sind sie als Reste einer zweiten Faserschicht anzusehen.

Fig. 8, a und b, giebt das Bild eines Längsschnittes und zwar 8a aus dem oberen, 8b aus dem unteren Teile einer Klappe. Ueberall bemerkt man unzweifelhaft über der Tapeten-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0485-9

schicht und unter der Epidermis die meist punktförmigen Durchschnitte der Klammern, woraus man von neuem schliessen muss, dass dieselben auf der Längsaxe senkrecht stehen. Damit ist eine solche Uebereinstimmung der Thatsachen festgestellt, dass nach meinem Dafürhalten ein Zweifel nicht mehr bestehen und die Darstellung von Schinz kaum anders als eine irrige bezeichnet werden kann. Bei einer Vergleichung der beiden Figuren 8 wird wieder der Unterschied deutlich, auf welchen ich schon oben hingewiesen habe, dass nämlich unterhalb des Aufhängepunktes die Fasern viel stärker und nach beiden Richtungen der Ebene grösser sind.

Nach Feststellung dieser Thatsachen suchte ich mit dem Messer an der Biegungsstelle die Epidermis zu entfernen. In allen Fällen, in welchen ich einen Erfolg dieses nicht ganz leichten Beginnens zu verzeichnen hatte etwa in der Weise, dass mit der Epidermis zugleich die obere Hälfte der Fasern weggeschnitten wurde, zeigte es sich, dass die Bewegungserscheinungen beim Austrocknen auf ein geringes Mass heruntergingen. Nicht immer war die Beseitigung der Epidermis an der empfindlichsten Stelle gelungen, hier und da waren grössere Flächen unverletzt. Mit solchen Klappen konnte natürlich im ganzen nicht experimentiert werden, da eventuell das passive Verhalten der verletzten Stellen durch die benachbarten unverletzten in ein scheinbar aktives verwandelt werden konnte. Hier empfahl es sich, Längsschnitte anzufertigen und das Verhalten derselben zu prüfen. Waren dieselben ganz unverletzt, so rollten sie sich jedesmal beim Austrocknen an der Nadel spiralig ein, die Epidermis an der konkaven Seite. Für diese und alle folgenden gleichartigen Versuche gilt die schon beim Sporangium der Farne gemachte Beobachtung, dass Glycerin und Alkohol in ihren Wirkungen sich unzureichend erwiesen. Am besten gelangen die Versuche dann, wenn die Schnitte zuerst in Wasser, darauf in Alkohol gelegt und schliesslich an der Spitze der Präpariernadel getrocknet wurden. Woher es kommen mag, dass von Epidermis überzogene Längsschnitte sich spiralig aufrollen, während die ganze Klappe sich nur in der bekannten Weise krümmt, habe ich zur Zeit nicht untersucht.

Es scheint mir nicht überflüssig, an dieser Stelle einige Handgriffe zu erwähnen, welche gegenüber den Schwierigkeiten, die sich aus der Kleinheit der behandelten Gegenstände

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0486-4

ergaben, als praktisch sich erwiesen haben. Nicht selten geschieht es, dass die dünnen Quer- und Längsschnitte bei der landläufigen Behandlung umkippeu, und während man sie in ihrer radialen Ausdehnung beobachten will, beständig ihre Epidermal- oder Lokular-Seite zeigen. Dieser verdriesslichen Schwierigkeit begegnet man am besten dadurch, dass man die beiden Hollundermarkstückchen, zwischen welchen die Klappen eingeklemmt werden, mit Gummi zusammenklebt und die auf diese Weise erhaltenen Schnitte in einer flachen Schicht Glycerin auf dem Objektträger einbettet. Nach einigen Stunden hat sich dann das Gummi gelöst, die Hollundermarkstückchen treten auseinander und zwischen ihnen oder einem derselben anhängend erblickt man den Schnitt in der gewünschten Lage. Dabei empfiehlt es sich, von dem Gebrauche eines Deckgläschens abzusehen, da durch dasselbe die Schnitte oft wieder umgeworfen werden.

Ebenso bietet die Aufgabe, von einer oft winzig kleinen und dünnen Klappe die Epidermis abzuschneiden, scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten. Ich bin dadurch fast immer zu dem erwünschten Ziele gekommen, dass ich die Klappen mit ihrer Innenseite auf recht glattes gummiertes Papier aufklebte und durch Druck so lange am Einschrumpfen während des Trocknens verhinderte, bis die Feuchtigkeit verdunstet war, ein Vorgang, der meist in weniger als 5 Minuten sich abspielte. Bei einiger Uebung und Vorsicht gelang es dann leicht, die beabsichtigte Manipulation auszuführen.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass Querschnitte durch die unverletzten Klappen fast gar keine Bewegungsfähigkeit zeigten, indem sie sich höchstens der geraden Linie annäherten, was mit dem Verlaufe der Fasern unter der Epidermis gut übereinstimmt.

Es sind noch die beiden Reste der Antherenwand zu untersuchen, welche mit der inneren Seite des Konnektifs verwachsen bleiben, während die Klappen sich loslösen. Bei beginnender Austrocknung schlagen diese Reste sich zurück, indem sie sich um eine vertikale Axe aufrollen. Dasselbe findet auch dann noch statt, wenn man diese Teile aus ihrer Verbindung mit dem Konnektif löst. Die Betrachtung von der Fläche, auf Quer- und Längsschnitten lässt nun erkennen, dass die Klammern in derselben Art wie in den Klappen angeordnet sind, d. h. mit ihrer Ebene senkrecht zur Axe der Antheren,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0487-0

gerade so, wie es unter der Voraussetzung der Eigenbewegung der Fasern der Fall sein müsste. Die der Tapetenschicht benachbarte Seite zeigt bedeutende Verdickungen, die nach der Epidermis hin allmählich abnehmen und nur in seltenen Fällen sich noch unter ihr vereinigen, so dass also von der Seite der Epidermis aus gesehen die Fasern fast ganz allgemein fehlen.

Nach dieser Darlegung thatsächlicher Verhältnisse handelt es sich jetzt um die Frage, in welchem Sinne dieselben zu deuten sind. Sowohl aus dem anatomischen Befunde wie auch aus den Experimenten scheint mir das eine mit Sicherheit hervorzugehen, dass die Ursache der Bewegung in Quellungsunterschieden innerhalb der einzelnen Klammern nicht gesucht werden darf. Es ist ganz undenkbar, dass so energische Lagenveränderungen, wie sie die Klappen von *Mahonia* zeigen, durch hufeisenartige Gebilde hervorgerufen werden sollten, deren freie Enden durch Querstücke verbunden und dadurch an jeder Bewegung bis zu einem gewissen Grade gehindert sind, ganz abgesehen davon, dass bei der horizontalen Stellung ihrer Ebenen völlig unklar ist, wie durch Annäherung ihrer frei gedachten Enden das Umschlagen um eine horizontale Axe möglich sein soll. Dazu kommt noch ein drittes wesentliches Moment, welches ich schon bei Besprechung der Farnsporangien hervorgehoben habe, dass nämlich unter der Voraussetzung ungleicher Quellbarkeit der Verdickungsschichten die radial verlaufenden Teile derselben ganz ohne Bedeutung sind, dass also auch durch das Abschneiden derselben am ganzen Mechanismus nicht das geringste geändert wird, wenn nur die an die Tapetenschicht angrenzenden Lagen der fibrösen Zellen unberührt geblieben sind. Diese Bedingung ist aber, wie ich mich stets überzeugt habe, bei jedem meiner Präparate erfüllt gewesen. Wenn nun trotzdem die Klappen keine irgend beträchtlichen Bewegungen zeigten, so meine ich, dass man gewiss genötigt ist, entweder die Epidermis oder die unverdickt gebliebenen Stellen der Faserzellen oder beide als Sitz der Kraft in Anspruch zu nehmen. Ist die Epidermis allein der Träger der Mechanik, so muss jede Krümmung nach Entfernung derselben unterbleiben. Ist aber der dünne Teil der fibrösen Schicht mit beteiligt oder giebt er allein den Ausschlag, so müssen die Krümmungen um so schwächer werden, je mehr die aktiven Teile entfernt werden und je kürzer die Hebelarme, d. h. die radial verlaufenden Fasern sind, welche als Angriffspunkte der Kraft gedeutet werden müssen.

(Schluss folgt.)

Redacteur: **Dr. Singer.** Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (**F. Huber**) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0488-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 68

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

Artikel/Article: Das Parnsporangium und die Anthere 471-486