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

Prof. MAGNUS darauf aufmerksam, dass auch J. SCHRÖTER in Kryptogamenflora von Schlesien, Pilze, Bd. III, 2. Hälfte, III. Lfg. S. 351 und 352, unter Hinweis auf die von mir erwähnten BREFELD'schen Culturversuche, *Fusicladium dendriticum* zu *Venturia chlorospora* hinzuzieht. Eine ausführliche Erörterung werden diese Arbeiten erst in meiner späteren ausführlichen Behandlung der beiden Pilze erfahren.

---

9. C. Steinbrinck: Zur Oeffnungsmechanik der Blüthenstaubbehälter.

(Vorläufige Mittheilung).

Mit zwei Holzschnitten.

Eingegangen am 16. Februar 1895.

Mit dem Oeffnungsmechanismus der Antheren haben sich seit 1830 eine Reihe von Forschern: PURKINJE, MOHL, CHATIN, SCHINZ, SCHRODT und LECLERC DU SABLON in eingehenden Untersuchungen befasst. Ueber die ungemein mannichfaltigen anatomischen Verhältnisse, welche beim Aufspringen der Staubbeutel in Betracht kommen, ist uns durch sie in reichlichem Masse Aufschluss gewährt worden. Sehen wir von zahlreichen Differenzen im Einzelnen ab, so besteht nach ihnen der Theil der Antherenwand, welcher dem Pollen bei der Reife durch seine Bewegungen den Austritt gestattet und bei nachträglicher Aufnahme von Wasser das geöffnete Staubfach mehr oder weniger wieder abschliesst, aus 3 Zelllagen (vgl. Fig. 1), der äusseren Oberhaut *e*, der inneren vergänglichen Lage der „Tapetenzellen" (bei *t* in Fig. 1) und der meist einreihigen mittleren Zellschicht, deren Wände zum Theil mit Verdickungsfasern besetzt sind, und die daher als Faser- (fibröse) Schicht bezeichnet wird. Der Verlauf dieser Fasern ist bekanntlich gewöhnlich derart, dass sie über die Radialwände hinweg von aussen nach innen ziehen, sich auf der Innenwand sternförmig durchkreuzen (vgl. Fig. 3), netzförmig vereinigen, parallel zu einander streichen oder zu einer continuirlichen Platte verschmelzen, die Aussenwand dagegen frei lassen.

Wie bekannt handelt es sich nun im Allgemeinen bei der Erklärung des Oeffnungsmechanismus solcher Antheren um die Beantwortung der Frage, warum deren Wände und speciell solche Schnitte wie Fig. 1 sich beim Austrocknen ihrer Zellmembranen nach aussen

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

krümmen (vgl. Fig. 2) und bei der Wasseraufnahme diese Krümmung gänzlich oder theilweise rückgängig machen. Die Lage der Tapetenzellen *t* (Fig. 1 und 2) ist zu zart und allzuhäufig bei der Reife resorbirt oder doch ganz hinfällig, als dass sie für das Spiel der Bewegungen in Betracht kommen könnte. Was die Epidermis *e* anbetrifft, die ebenfalls meist dünnhäutig bleibt, so ist es mehreren Forschern an verschiedenen Objecten gelungen, sie theils am ganzen Organ, theils an Schnitten zu entfernen, ohne dass ihre Ablösung einen Einfluss auf den Mechanismus gehabt hätte. In zahlreichen anderen Fällen zeigt sie sich an trockenen Schnitten zudem so stark gefaltet, manchmal wie durch einen starken äusseren Druck zusammengepresst[1]), oder ihre Aussenwand derart ausgewölbt, dass der frühere Erklärungsver-

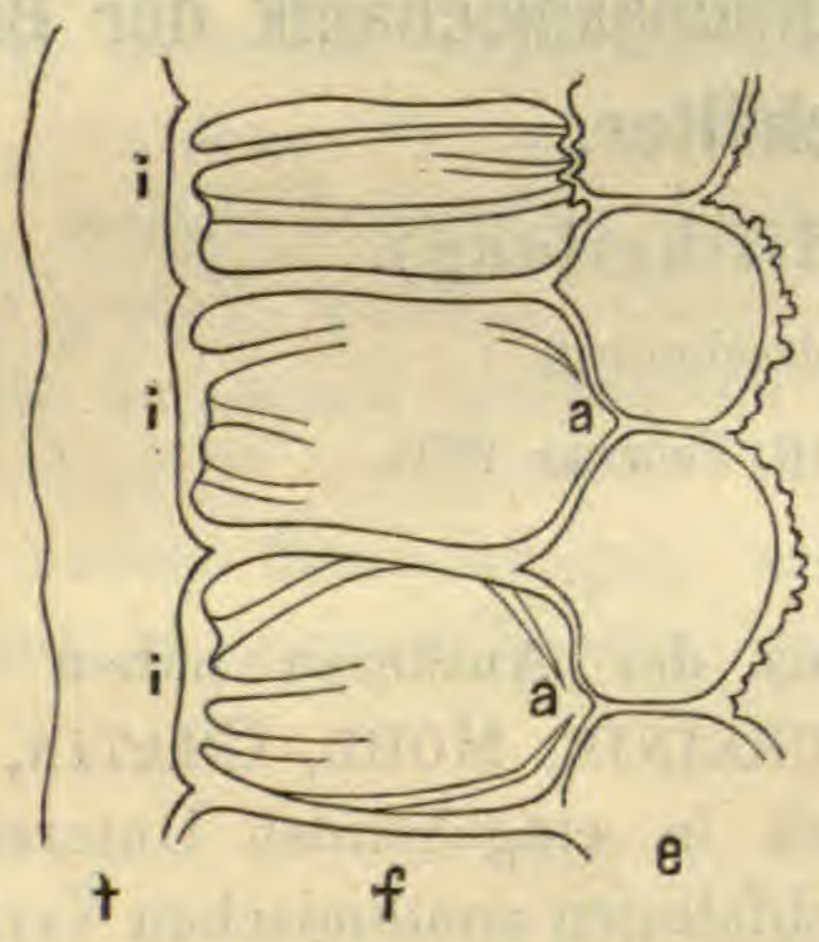

Fig. 1.
Querschnittfragment einer Antherenklappe von *Lilium candidum*, aus Wasser in Glycerin übertragen. *e* Epidermis, *f* Faserzellen, *t* Lage der Tapetenzellen. Vergr. 180.

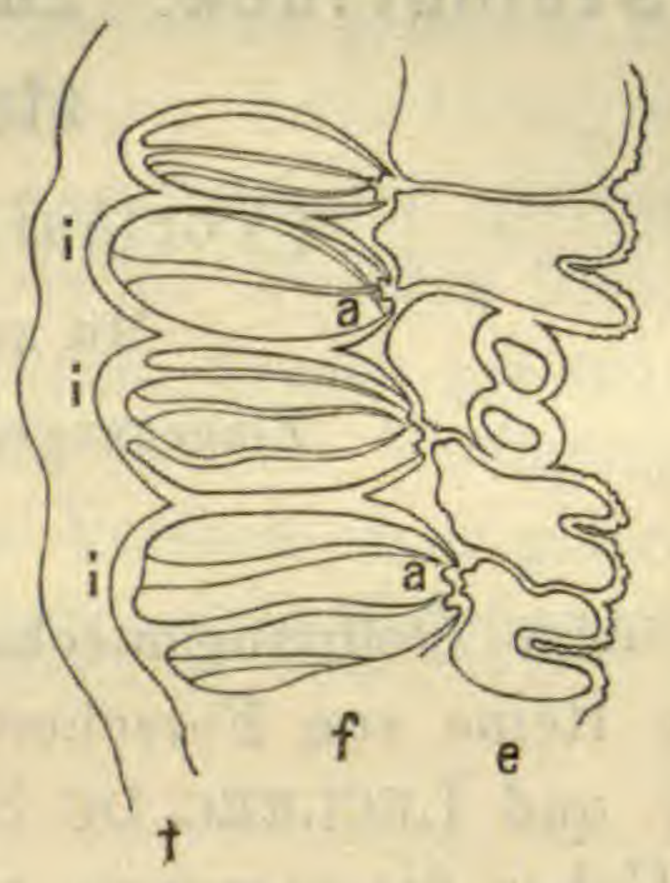

Fig. 2.
Querschnittfragment einer Antherenklappe von *Lilium candidum*, in geschrumpftem Zustande in Glycerin eingelegt. Bezeichnung wie in Fig. 1. Vergr. 180.

such[2]), die Auswärtskrümmung der Valveln aus der überwiegenden Verkürzung der Epidermiswände abzuleiten, als gänzlich abgewiesen erachtet werden muss. Die neueren Forscher der achtziger Jahre, Schinz, Schrodt und Leclerc du Sablon, haben diese Verhältnisse richtig gewürdigt und sind daher zu dem Resultat gekommen, dass die Faserschicht durchgängig allein der Sitz des Rollmechanismus ist. Die beiden erstgenannten[3]) haben ausserdem darauf aufmerksam

1) Die Fig. 2 giebt von dem hohen Grade der Faltung, der oft vorkommt, kein genügendes Bild, da mir die naturgetreue Wiedergabe des Liniengewirrs der gefältelten Membranen und der zusammengeneigten Leistenspitzen in kleinem Massstabe an ganz zusammengeschrumpften Schnitten zu grosse Schwierigkeit bereitete.

2) Siehe z. B. Sachs, Lehrbuch der Botanik. 1873, S. 477.

3) H. Schinz, Untersuchungen über den Mechanismus der Sporangien und Pollensäcke, Dissertation, Zürich 1883, und J. Schrodt, Das Farnsporangium und die Anthere, Flora 1885, S. 455ff, 471ff., 487ff.

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

gemacht, dass auch die äusserste Wandflucht *a* dieser Zelllage (vgl. Fig. 1 und 2) beim Austrocknen oftmals gefaltet wird und dann somit bei den Krümmungen nicht activ betheiligt sein kann. Sie gelangen daher beide zu dem Schlusse, dass in diesen Fällen die mit Verdickungsmassen belegten Radial- und Innenwände *i* für die hygroskopischen Bewegungen ausschliesslich verantwortlich zu machen sind.

In der Erklärung dieser Bewegungen weichen sie jedoch von einander ab: als activ eingreifend sah SCHINZ die verdickten Membranpartien, SCHRODT die dünnhäutigen Felder der Radialwände an. SCHINZ machte nämlich die Annahme, dass den dem Zelllumen zugekehrten Theilen der Verdickungsfasern und -Platten ein stärkerer Wassergehalt und demnach auch ein höheres Schrumpfungsvermögen zukäme, als ihren äusseren Lagen[1]). In Folge dessen sollte sich jeder einzelne Faser-Halbring für sich beim Austrocknen stärker zu krümmen suchen (vgl. Fig. 3 und 4). Für eine solche anatomische Eigenthümlichkeit lieferten aber weder das Lichtbrechungsvermögen, noch die mikrochemischen Reactionen einen durchgreifenden Anhaltspunkt. — SCHRODT lässt dagegen die Auswärtskrümmung beim Wasserverlust dadurch zu Stande kommen, dass er den dünnen Hautpartien der Radialwände ein grösseres Contractionsvermögen (in der Fläche gemessen) zuschreibt, als der stark verdickten Innenwand. An verschiedenen Stellen[2]) seiner Abhandlung tritt überhaupt die Auffassung deutlich hervor, als ob zarte Zellwände sich beim Austrocknen eo ipso stärker zu verkürzen pflegten als dickere, also im Allgemeinen wasserreicher wären. Dieselbe Ansicht zieht sich als leitender Grundgedanke auch durch die ganze Abhandlung von LECLERC DU SABLON[3]) und wird in derselben durchweg als ausschlaggebend für die betreffenden hygroskopischen Mechanismen herangezogen. So weit diese Meinung aber wohl auch sonst verbreitet ist, so beruht sie doch, wie mir scheint, auf einem Trugschluss, veranlasst durch den ungemein starken Collaps zartwandiger Gewebe beim Welken oder Absterben. Die Volumverringerung solcher Zellmassen wird ja nicht durch den ausgleichbaren Wasserverlust der Membranen, sondern durch das Schwinden der Flüssigkeit des Zellinneren, durch den Nachlass der Turgorspannungen bewirkt. Die Erfahrung lehrt, das ein directer Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Wanddicke nicht besteht; warum sollten sich sonst auch bei unseren Antheren die zartwandigen Epidermiszellen und die Aussenwände der Faserzellen anders verhalten als die dünnen Felder der Radialwände? LECLERC DU SABLON sucht seine Argumentation allerdings durch die Annahme eines chemischen Gegen-

1) SCHINZ, l. c. pag. 43.

2) z. B. l. c. pag. 487, 490, 497, 498.

3) Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères. Ann. des sciences nat., 7. sér., Bd. I, 1885.

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

satzes zwischen den zarten und verdickten Membranpartien der fibrösen Schicht zu stützen[1]). Jene sollen nach ihm aus reiner Cellulose bestehen, diese verholzt sein. Den mikrochemischen Nachweis dieser supponirten Differenz vermisst man jedoch in seinen Darlegungen völlig. Zudem habe ich in verschiedenen Fällen weder mit Anilinchlorid, noch mit Phloroglucin eine Gelb- resp. Rothfärbung der Verdickungsbänder erzielen können. Zum Ueberfluss sei nur noch daran erinnert, dass bei den trockenen schraubig eingerollten Klappen der Papilionaceenhülsen nicht die Innen-, sondern die Aussenseite dieser Schraubengebilde von der mit Cellulosewänden ausgestatteten Epidermis eingenommen wird, während sich die verholzten Fasern der Hartschicht auf der verkürzten Innenseite befinden.

Nach diesen Auseinandersetzungen ist somit der Oeffnungsmechanismus der Antheren trotz der werthvollen Beiträge der genannten Forscher immer noch nicht ganz aufgeklärt, und zwar nach meiner Ansicht aus dem Grunde, weil noch um die Mitte der achtziger Jahre, aus der die Arbeiten von Schinz, Schrodt und Leclerc stammen, die physikalischen Eigenschaften der Zellmembranen, die für die hygroskopischen Bewegungen der höheren Pflanzen meist ausschlaggebend sind, insbesondere die Anordnung der 3 Hauptachsen der Quellung und Schrumpfung in denselben noch nicht genügend bekannt oder gewürdigt waren. In einer Abhandlung vom Jahre 1891[2]), in welcher von Pollenbehältern nur die der Cycadeen zur Besprechung gekommen waren, glaubte ich nun in Aussicht stellen zu dürfen, dass der Schleier, der uns die klare Einsicht in die Mechanik der übrigen Antheren bisher noch verhüllt, gehoben werden würde, wenn man auch bei diesen die Anordnung des Quellungsellipsoides in's Auge fasste. Ein dahingehender Versuch ist von anderer Seite in den seitdem verflossenen 4 Jahren meines Wissens nicht gemacht worden[3]). Daher habe ich dieses Problem neuerdings selbst in Angriff genommen. Auf Grund der Vorarbeiten ist es leicht, für die einzelnen Fälle die Diagnose zu stellen, dieselben nach einer gewissen Anzahl von Typen zu gruppiren und die Fragestellung für ihre experimentelle Untersuchung zu detailliren. Die bisherigen Ergebnisse entsprechen meiner Vermuthung. Namentlich lassen sich auf die von Leclerc du Sablon mit Vorliebe beschriebenen Antheren, die in so fern von dem oben entworfenen Durchschnittsbilde abweichen, als sich bei ihnen die Verdickungsbänder auch über die Aussenwand der Faserzellen er-

1) l. c. pag. 129.

2) Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygroskopischen Bewegungen pflanzlicher Organe. Flora 1891, pag. 193.

3) Nur eine kurze Notiz von Schinz ist mir inzwischen zu Gesicht gekommen (Jahresber. der Züricher Botan. Ges. 1891—92, Heft III, pag. 3), in der dieser Forscher sich mit der von mir geäusserten Ansicht einverstanden erklärt.

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

strecken, die von den Perikarpien her bekannten Verhältnisse mutatis mutandis direct übertragen.[1])

Dagegen findet das bisher besprochene Durchschnittsschema des Antherenbaues bei den Perikarpien nur spärliche Analogien. Dasselbe möge daher an dieser Stelle an einem speciellen Beispiele, der Anthere von *Lilium candidum*, einer näheren Beleuchtung unterzogen werden.

Die Faserschicht derselben besteht aus „Griffzellen" (SCHINZ), deren Verdickungsleisten sich auf der (annähernd isodiametrischen) Innenwand *i* sternförmig kreuzen, über sämmtliche Radialwände geradlinig oder schwach bogenförmig hinwegstreichen und auf die Aussenwand *a* übertretend in der Nähe ihres Randes zugespitzt endigen (vgl. Fig. 3). Nach den bisherigen Erfahrungen an anderen Organen sowie nach dem Verhalten der Membranen im polarisirten Licht zu urtheilen,

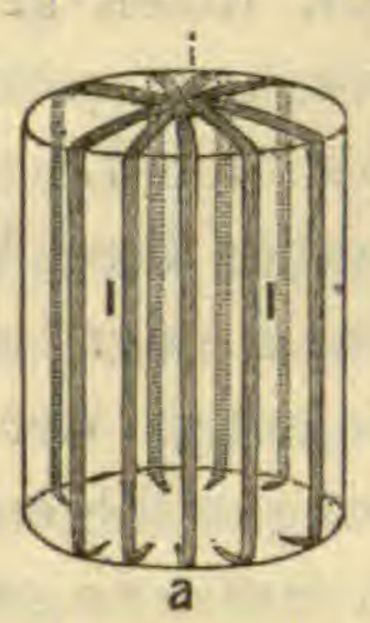

Fig. 3. Schema einer Griffzelle in feuchtem Zustande.

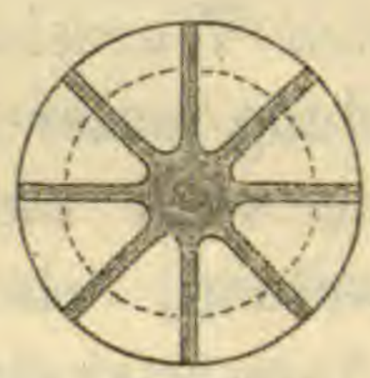

Fig. 5. Schema der Innenwand (Flächenansicht).

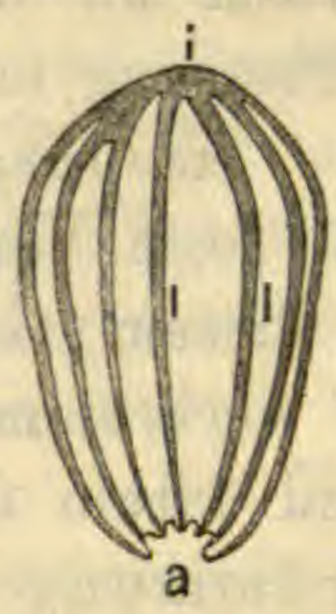

Fig. 4. Schema einer ausgetrockn. Griffzelle (nur die vord. Leisten sind eingetragen).

verlaufen nun, um der Kürze halber in der Sprache der Micellartheorie zu reden, die gestreckten Micelle auf sämmtlichen Radialwänden, parallel den Leisten, von aussen nach innen, auf beiden Tangentialwänden dagegen von deren Umfang aus gegen ihre Mitte hin; d. h. die Richtung der stärksten Flächenschrumpfung steht auf den Radialwänden senkrecht zur Längsachse der Leisten, auf den kreisförmig gedachten Tangentialwänden senkrecht zu deren Radien, die auf der Aussenwand *a* durch die Verbindungslinien der gegenüberliegenden Leistenspitzen, auf der Innenwand *i* durch die Leisten selbst markirt sind (vgl. wieder Fig. 3). Wie wird sich hiernach zunächst die Innenwand *i* beim Wasserverlust verhalten? Sie sei in Fig. 5 schematisirt. In derselben bezeichne die punktirte Kreislinie die Lage, auf welche sich der äussere Rand dieser Membran zurückzuziehen sucht, wenn diese durch die Umfangsabnahme sämmtlicher der Randlinie concentrischen Kreise eingeengt wird. Die Radien dieser Kreise werden, da sie die Längsdurchmesser der Micelle aufnehmen, sich nicht der erstrebten Umfangsabnahme entsprechend verkürzen und demnach,

1) Auch die Sporangien der Equiseten fügen sich in diesen Rahmen leicht ein, wie auch der Mechanismus der Farnsporangien aus der micellaren Structur der Ringzellwände verständlich wird.

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

wenn sie genügend ausgesteift sind, der Membran eine kegelartige Einwölbung aufnöthigen, die an einen geöffneten Regenschirm erinnert, im Schema Fig. 4 dargestellt, und auch in der Natur (vgl. den Querschnitt Fig. 2) leicht erkennbar ist. Bei einer freien ebenen Membran dieser Art wäre die Richtung der Einwärtsbewegung noch zweideutig. Bei unserer Anthere wird sie dagegen durch die Flächenschrumpfung der Radialwände, die senkrecht zu den Leisten erfolgt, fest bestimmt. Um sich die Unterstützung, welche durch die Radialwände der geschilderten Bewegung der Innenwand zu Theil wird, deutlich zu veranschaulichen, denke man sich nur den Cylindermantel eines nach Fig. 3 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. Aus diesem Grunde wird die Flucht der zarten Aussenwände stärker verkrümmt werden, als diejenige der ausgesteiften Innenwände, und darum die Auswärtskrümmung erfolgen müssen.

Diese Krümmung ist also ein zusammengesetztes Ergebniss aus den durch die Lage des Quellungsellipsoids verursachten Schrumpfungsunterschieden und den auf der ungleichen Verdickung beruhenden Differenzen in den Biegungswiderständen.

Dieser Deutung des Oeffnungsmechanismus kommt von den früheren die Auffassung SCHRODT's am nächsten. Von der seinigen weicht aber die hier vorgetragene ab: durch die scharfe Scheidung der in Betracht kommenden Factoren, durch die Abweisung der ausschliesslichen Activität der dünnen Wandpartien, durch die Erklärung der Schrumpfungs-Differenzen in den Radial- und Tangentialwänden aus der Micellar-Structur, sowie durch die Berücksichtigung der Schrumpfungsverhältnisse der Innenwand; sie hat aber namentlich den Vorzug, dass sie die Erklärung des fraglichen Mechanismus mit denjenigen zahlreicher anderer unter einen einheitlichen Gesichtspunkt bringt, was seiner Zeit für SCHRODT noch nicht wohl durchführbar war.

Auch die oben erwähnte Auffassung von SCHINZ, welche eine selbstständige Einwärtskrümmung der einzelnen Faserzüge voraussetzt, würde nach den neueren Erfahrungen für unseren Fall zulässig erachtet werden müssen, wenn deren Dicke nicht zu geringfügig wäre. Wir haben ja bei den dem *Stangeria*-Typus entsprechenden Pollensäcken der Cycadeen, sowie bei der Epidermis der *Dianthus*- und *Spergula*-Kapseln Fälle kennen gelernt, in welchen die Radialschrumpfung allein (ohne Zuhilfenahme von Wassergehaltsdifferenzen innerer und äusserer Wandschichten) Einwärtskrümmungen von U-förmigen Zell-

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

wandmassen hervorbringt[1]). Wird aber die trockene Anthere von *Lilium candidum* in Wasser übertragen, so schwillt sie nach Länge und Breite in so hohem Masse (durchschnittlich um ca. 80 pCt.) an, dass diese Volumzunahme durch die Imbibition der zarten Wände in radialer Richtung nicht erklärt werden kann, sondern zweifellos auf Flächenquellung zurückgeführt werden muss. Damit ist aber auch die Flächen-Schrumpfung als das ausschlaggebende Moment beim Aufspringen der Anthere festgestellt.

Man wird bei dieser ganzen Argumentation vielleicht noch das eine vermissen, warum bisher immer nur von einer Auswärtskrümmung der Valveln in der Quere die Rede war, während der anatomische Bau derselben nicht minder eine Auswärtskrümmung in der Längsrichtung der Anthere beim Austrocknen verlangt. Dieses Bedenken erledigt sich aber durch die Beobachtung, dass an abgetrennten Klappen und einzelnen Längsschnitten derselben bei der Wasserentziehung die theoretisch erwartete Auswärtsbewegung in der That sehr deutlich zum Vorschein kommt, und dass sie sich auch bei ganzen Antheren an den freien oberen und unteren Enden der Klappen klar zu erkennen giebt. An dem vollständigen Staubbeutel wird ihr volles Zustandekommen offenbar durch die feste Verbindung der Klappen mit dem Connectiv, sowie durch den Antagonismus der benachbarten Valveln verhindert.

Im weiteren Verfolg der hiermit bruchstückweise skizzirten Untersuchungen gedenke ich demnächst eine Reihe anderer Antherenmechanismen nach Typen geordnet zu behandeln, um ihre durchgehends einfache Erklärung auf Grund der Micellartheorie darzulegen.

---

10. B. Frank: Die neuen deutschen Getreidepilze.

Eingegangen am 18. Februar 1895.

In den letzten Jahren, besonders im Jahre 1894, ist an den Getreidearten in Deutschland eine grosse Anzahl von Pilzen parasitär aufgetreten, welche entweder wenigstens für Deutschland neu oder überhaupt neu sind. Sie gehören sämmtlich zu den Pyrenomyceten und stellen theils Perithecien, theils Pyknidenformen dar. Nachdem ich die landwirthschaftlich wichtigsten derselben kürzlich vom praktischen Gesichtspunkte aus behandelt habe[2]), gebe ich hier eine Aufzählung und kurze Beschreibung aller beobachteten Arten.

1) Flora 1891, Heft III, pag. 207, 211, 216.

2) Deutsche Landw. Presse 1894, Nr. 51 und 67; Deutsche Landwirthschaftl. Zeitung 1894, Nr. 124.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 13

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

Artikel/Article: Zur Oeffnungsmechanik der Blüthenstaubbehalter. 55-61