

Fig. 63—68. *Peltigera canina* und *polydactyla*.

- Fig. 63. Hypotheciumhyphe (24 Stunden H_2SO_4 1 + 2).
 „ 64 und 65. Fusion paralleler Hypotheciumhyphen.
 „ 66. Hypotheciumhyphe (24 Stunden H_2SO_4 1 + 3).
 „ 67. Hypotheciumhyphe (kurze Zeit H_2SO_4 1 + 3).
 „ 68A bis C. Querwände aus den Hypotheciumhyphen nach kurzer Einwirkung von Eau de Javelle, welches den Zellinhalt rasch zerstört.
-
- „ 69. *Sclerotinia cinerea*. Geplatzte Hyphen, in der Entleerung begriffen. Vergr. ungefähr 560.
 „ 70. Unbestimmter Schimmelpilz. Die obere Zelle ist geplatzt und hat sich theilweise entleert.

12. C. Steinbrinck: Ueber den Schleudermechanismus der Selaginella - Sporangien.

Mit drei Abbildungen.

Eingegangen am 24. Februar 1902.

Im Abschnitt IX seiner Archegoniaten - Studien (Flora 1901, Bd. 88, S. 207—228) hat GOEBEL eingehende Untersuchungen über die Sporangien und die Sporenverbreitung bei *Selaginella* veröffentlicht; besonders interessant darin ist die Beschreibung der eigenartigen Vorrichtungen, die zum Abschleudern der Makro- und Mikrosporen dienen. Hinsichtlich der Kräfte, durch welche diese Ausstreuungsapparate in Thätigkeit gesetzt werden, urtheilt GOEBEL, dass es sich dabei „entweder um einen Schrumpfungs- oder um einen Cohäsionsmechanismus handeln wird“ (l. c. S. 218). Die Möglichkeit, dass die Sporenverbreitung etwa auf Turgoränderung der Sporangienwände beruhe, hat der genannte Forscher offenbar aus dem Grunde für ausgeschlossen erachtet, weil „auch todte Sporangien, wenn sie befeuchtet werden, beim Austrocknen energische Schleuderbewegungen ausführen“ (l. c. S. 215).

GOEBEL lässt es nun allerdings unentschieden, welcher der beiden von ihm erwähnten Annahmen er den Vorzug zuerkennt. Zu Ungunsten der Membranschrumpfungswirkung spricht aber ohne Zweifel seine Angabe, dass die Wandzellen der Sporangien „zur Zeit der Oeffnung Protoplasma (oft mit Chlorophyllkörpern) führen, also nicht todt sind, wie etwa die Annuluszellen der Farnsporangien“ (l. c. S. 214). Dieser Umstand weist vielmehr deutlich auf einen Cohäsionsmechanismus hin, wie ein solcher ja bei den Sporenbehältern anderer

Gefässkryptogamen (Farne, Schachtelhalme) und einiger Lebermoose (z. B. *Pellia*) schon sehr wahrscheinlich gemacht worden ist¹). Hiermit stimmt auch der anatomische Befund in so fern überein, als die wirksamen Zellen der *Selaginella*-Sporangien ebenfalls das charakteristische Merkmal dünner Aussenwände bei verhältnissmässig stark verdickten Radial- und Innenwänden besitzen (vergl. l. c. Fig. 4, 6, 10). Es liegt also nahe, die Auswärtsbewegung der Sporangien beim Wasserverlust ebenfalls durch die Einfaltung der dünnen Aussenwände zu erklären (vergl. GOEBEL l. c. S. 218). Da aber die Makrosporangien von *Selaginella* „wohl den complicirtesten Bau unter allen Pteridophyten besitzen“ (l. c. S. 20), so ist ihr Mechanismus immerhin nicht so einfach, dass man ihn an der Hand der Cohäsionshypothese auf den ersten Blick enträthseln könnte. Nachdem ich aber die Abhandlung GOEBEL's wiederholt studirt und alle darin geschilderten Bauverhältnisse sorgfältig erwogen hatte, gestaltete sich mir vor Kurzem eine detaillirte Vorstellung über den Zusammenhang der Schleudereinrichtung mit dem anatomischen Bau der Sporangien. Herr Prof. GOEBEL hatte nun auf meine Bitte die grosse Güte, mir reichliches lebendes Material einer *Selaginella* zur Verfügung zu stellen. Nach dem Eintreffen desselben konnte ich dem geehrten Spender noch am selben Tage anzeigen, dass sich meine Vermuthungen allem Anscheine nach als richtig erwiesen hätten.

Den Wegweiser bei dieser Ueberlegung hat mir ausser der eingehenden Beschreibung GOEBEL's hauptsächlich die anatomische Darstellung des Zellennetzes einer Makrosporangiumklappe in der Flächenansicht gewährt, die Herr Prof. GOEBEL in Fig. 4 S. 215 seiner Abhandlung beigegeben hat. Derselbe hat mir gütigst gestattet, die Figur in diesem Berichte zu reproduciren (siehe S. 122). An dieser Stelle sei zunächst nur auf die eine Eigenthümlichkeit derselben hingewiesen, dass ihre Zellen grössten Theils nicht isodiametrisch, sondern einseitig gestreckt und dass deren Längsachsen nach verschiedenen Richtungen orientirt sind. Nun ist es von vornherein einleuchtend, dass solche gestreckte Zellen mit verdickten Innen- und Seitenwänden, wenn sie beim Wasserverlust dem Zuge der schwindenden Zellflüssigkeit unterliegen, einer Einfaltung ihrer dünnen Aussenwand in der Längsrichtung einen weit geringeren Widerstand entgegensetzen werden, als einer Querfaltung, da im letzteren Falle ja auch die dicken Seitenwände mit verbogen werden müssten²). Ausserdem

1) Auch bei der Myxomyceten-Gattung *Dictydium* hat JAHN einen Cohäsionsmechanismus ihres Sporangiums gefunden (diese Ber. 1901, S. 109). Die Structur dieses Apparates weicht aber naturgemäss von der bei den höheren Pflanzen zu sehr ab, um hier in Vergleich gezogen zu werden.

2) GOEBEL hat sich schon ähnlich ausgesprochen (l. c. S. 218). Die Längsfaltung mag übrigens auch durch die innere Structur der Aussenmembran begünstigt

sind aber auch thatsächliche Belege für ein derartiges Verhalten solcher Zellen vorhanden. Denn ich habe an Antheren, deren active Zellen ebendieselbe Form besitzen, nachweisen können, dass die Auswärtskrümmung ihrer Gewebe beim „Schrumpfen“ senkrecht zu den Längsachsen dieser Zellen gerichtet ist. Durch die Einfaltung ihrer Aussenwand kommt nämlich eine Querkrümmung des Gewebes zu Stande, wenn die betreffenden Elemente im Organ längs gestreckt (*Clematis*, *Liriodendron*), eine Längskrümmung dagegen, wenn diese quer gelagert sind (Klappenbasis der *Laurus*-Anthere)¹⁾.

Es wird nun die Aufgabe der nachfolgenden Zeilen sein, zunächst die mechanische Wirkung und den anatomischen Bau des Schleuderapparates der Selaginellen aus der Cohäsionshypothese zu erklären, dann aber auch den Beweis dafür zu erbringen, dass mit den Beobachtungen nur diese Hypothese und keine andere der vorher erwähnten vereinbar ist. Die Auseinandersetzung wird sich dabei vielfach auf den Text und die Figuren von GOEBEL's Abhandlung beziehen müssen, die derjenige, der sich specieller mit dieser Frage beschäftigen will, überhaupt nicht entbehren kann. Für diejenigen Leser aber, die sich nur aus allgemeinen Gründen für unseren Fall interessiren, dürfte ausser der erwähnten Copie nach GOEBEL unsere beifolgende Fig. 1 für die Orientirung ausreichen. Wir beginnen mit den Makrosporangien²⁾.

I. Der Schleuderapparat der Makrosporen.

1. Der Schleudervorgang bei den Makrosporangien.

Um die Oeffnungsweise dieser Sporenbehälter zu beobachten, habe ich es bequem gefunden, etwa ein Dutzend derselben im reifen Zustande aus der fertilen Aehre herauszulösen, neben einander auf einen Objectträger zu bringen und abzuwarten, wie eins nach dem anderen aufspringt. Die geschlossenen Sporangien haben etwa die Form eines Tetraeders mit gerundeten Ecken. In den Eckenwölbungen stossen die vier Sporen an die Wand des Behälters; im

werden. Denn unterwirft man das Zellennetz der Fig. 2 (S. 122) einer Prüfung mit dem Polarisationsapparat, so ergiebt sich, dass auf dem System der Tangentialwandungen die längere Achse des optischen Elasticitäts-Ellipsoids, also auch die Achse der grösseren Festigkeit (des grösseren Biegungswiderstandes) in die Längsrichtung der gestreckten Einzelzellen fällt.

1) S. SCHWENDENER-Festschrift, S. 173 und 175.

2) Meine Darlegungen beziehen sich ausschliesslich auf das mir von Herrn Prof. GOEBEL freundlichst übersandte Material. Dasselbe stammt nach seiner Angabe von *Selaginella flabellata*. Herr Prof. GOEBEL bemerkt jedoch, die Etikettirung der Selaginellen in den botanischen Gärten sei vielfach unsicher, bei der grossen Gleichförmigkeit der Makrosporangien falle dies übrigens für die vorliegende Frage nicht in's Gewicht.

Centrum desselben sind sie derart aneinander gepresst, dass sich ihre Berührungsflächen durch den gegenseitigen Druck abgeplattet haben und jede Spore dort die bekannte schwach - dreiseitige Zuspitzung angenommen hat. Ein eben aufgesprungenes Sporangium findet sich bei GOEBEL in Fig. 3 abgebildet. Diese Form bewahrt es jedoch nur kurze Zeit. Seine Klappen entfernen sich nämlich rasch weiter von einander, und das Ganze nimmt für einige Momente ungefähr die Form unserer Figur 1 an. An dieser erkennt man, dass die beiden nach aussen zurückgebogenen Klappen *o* und *u* einem unteren kahnförmigen Theile *x y* aufgesetzt sind, der zwei Sporen umschliesst, während die übrigen beiden Sporen je einer der beiden Klappen angeheftet sind. Jede dieser letzteren Sporen liegt in einer Vertiefung

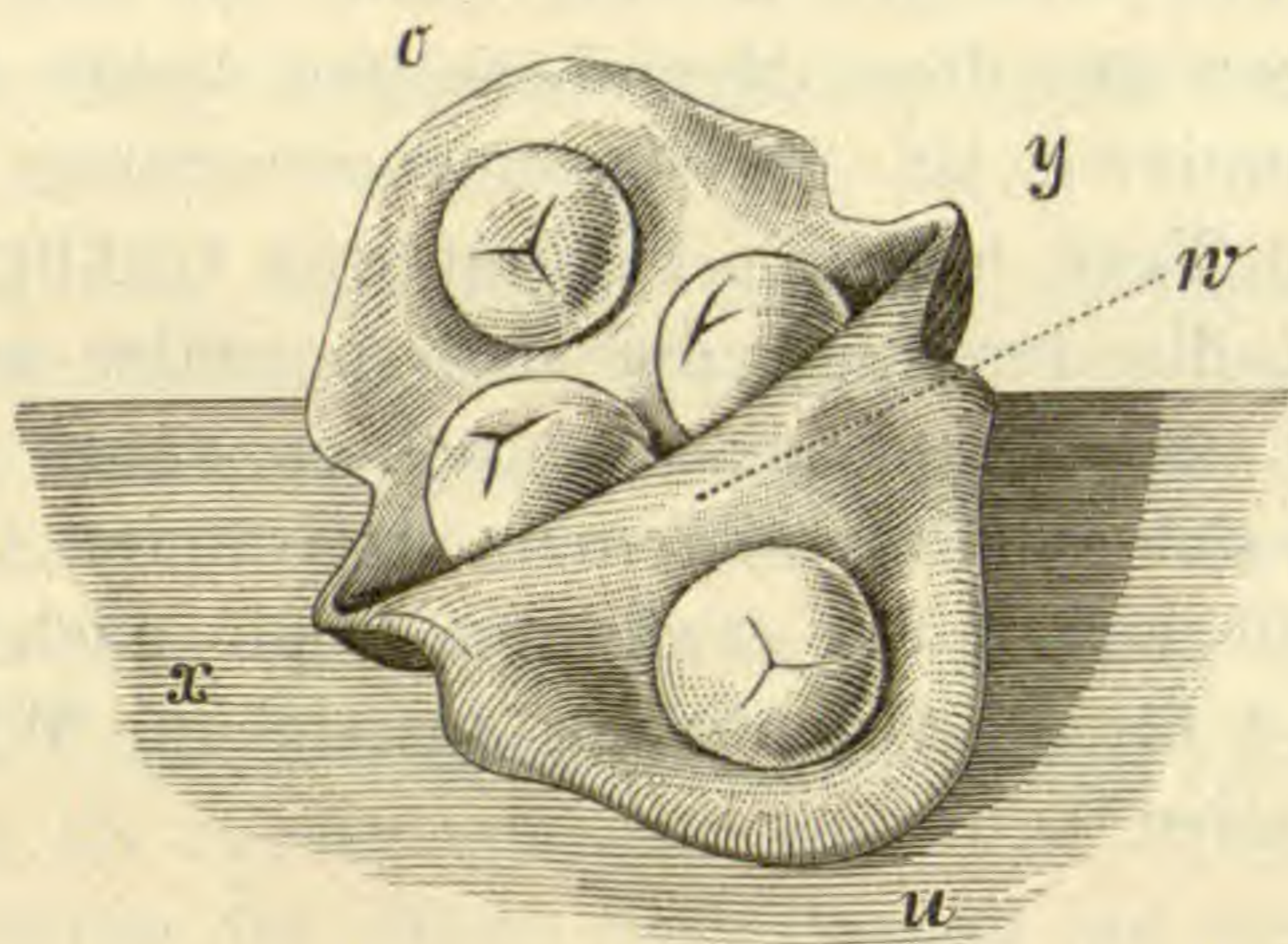


Fig. 1.

Ein Makrosporangium, zum Auswerfen der Sporen bereit. *o* obere, *u* untere Klappe; *x y* der kahnförmige Basaltheil; *w* die Knickstelle der unteren Klappe, die der Partie *v* in Fig. 2 entspricht.

der Klappe, die von GOEBEL nicht mit Unrecht mit einer Schleudertasche verglichen worden ist. Beobachtet man ein solches Sporangium unter einem Simplex, so nimmt man wahr, wie plötzlich der ganze Behälter wegspringt, manchmal auf 3—4 *cm* Entfernung, während gleichzeitig die vier Sporen bis auf 10 *cm* weggeschleudert werden. Es empfiehlt sich, ehe dieses Wegschnellen eintritt, eine der Klappen mit der Nadel festzuhalten. Man kann dann oft beobachten, wie momentan alle Sporen mit einem Male abgeschossen werden, während das Sporangium ruhig liegen bleibt. Man findet an letzterem nach diesem Akt nur eine geringe Veränderung. Die Mündung des kahnförmigen Theiles, dessen Ränder vorher die beiden untersten Sporen umfassten, ist nämlich nunmehr fest geschlossen, auch seine vorher bauchigen Längswände sind jetzt flach und eng an einander gepresst. Ist eine Klappe festgehalten worden, so hat man wohl wahrnehmen können, wie sich diese Formänderungen im Augenblick des Abschnellens vollzogen und wie sich zugleich auch

die Klappen einander näherten, so dass sie nun unter spitzem Winkel zusammenneigen, während sie vorher stumpfwinklig zu einander gespreizt waren. Es gelingt zuweilen auch, ehe das Abschleudern von selbst zu Stande kommt, eine der beiden mittleren Sporen nach der anderen mit der Nadel künstlich zu entfernen. Die Beseitigung der ersteren von diesen setzt den Apparat noch nicht in Thätigkeit; die Kahnwände klappen aber augenblicklich zusammen, sobald auch die zweite der mittleren Sporen aus ihrem Gelass befreit wird; zugleich erfolgt das Abwerfen der übrigen aus den Klappentaschen.

Diese Beobachtungen bestätigen wohl zur Genüge die Auffassung GOEBEL's, dass der untere kahnförmige Theil des Sporangiums hauptsächlich der active Factor des Schleuderapparates ist. Indem der Wasserverlust die anfangs gerundeten Kahnwände flach streckt und zu nähern strebt, üben diese einen starken Druck auf die von ihnen umfassten Sporen aus. Ist derselbe hinreichend gross geworden, so werden diese weggeschnipst, etwa wie ein Kirschkern zwischen Daumen und Zeigefinger, oder, um ein ganz ähnliches Beispiel aus der Natur anzuführen, wie die Samen einheimischer *Viola*-Arten aus den drei ebenfalls kahnförmigen Kapselklappen. Das Abschleudern der beiden seitlichen Sporen hat seine Ursache allem Anschein nach darin, dass ihre Klappen, wenn die Kahnränder auf einander prallen, in der passiven Einwärtsbewegung plötzlich gehemmt werden, die beiden Sporen aber, die mit ihnen lose verklebt waren, in Folge des Beharrungsvermögens ihren Weg fortsetzen. — Uebrigens können diese auch später noch auf andere Weise abgeschleudert werden, wenn ihre Ausstreuung nicht sofort gelungen ist. Doch soll davon später die Rede sein.

2. Erklärung des Schleudermechanismus aus dem Schrumpfen des Sporangiums.

Die ganze schmale Kante des „Kahnes“ wird nach GOEBEL von einem „Gelenk“, das heisst von einer Gruppe niedriger, nachgiebiger Zellen eingenommen (l. c. Fig. 1, 2, 5, 6). Im übrigen werden die Kahnwände dagegen von hohen Zellen gebildet, deren gesammte Wandung mit Ausnahme der Aussenmembran sehr kräftig verdickt ist (vergl. GOEBEL l. c. Fig. 6 u. 10).

Wie Fig. 2 zeigt, sind diese Zellen so orientirt, dass ihre Längsfaltung nothwendig zu einer Verminderung der convexen Ausbauchung des Kahnes führen muss. Derselbe wird also dadurch in der Richtung $x y$ der Fig. 1 gestreckt (vergl. GOEBEL's Fig 2). Das Gelenk gestattet diese Verlängerung, ohne dass ein Riss erfolgt. Die damit verbundene Verschmälerung des Kahnes in der Querrichtung (von Bordseite zu Bordseite) ist es, die den Druck auf die eingeschlossenen Sporen erzeugt.

Die Fig. 2 lässt bei *m* die Stelle erkennen, wo eine Spore gelegen hat. Rund um diese Region sieht man in Fig. 2 ferner im obersten Theil der Klappe die Zellen zum grossen Theil derart gestreckt, dass sie dem benachbarten Klappenrande ungefähr parallel laufen. Beim Schrumpfen werden daher diese Partien rund um die Anheftungsstelle der Sporen herum nach aussen umgekrepelt, etwa wie man einen Rockkragen, der zum Schutze des Halses aufgerichtet war, wieder nach aussen zurückschlägt. Diese Bewegung hat vermuthlich eine doppelte biologische Bedeutung. Erstlich dient

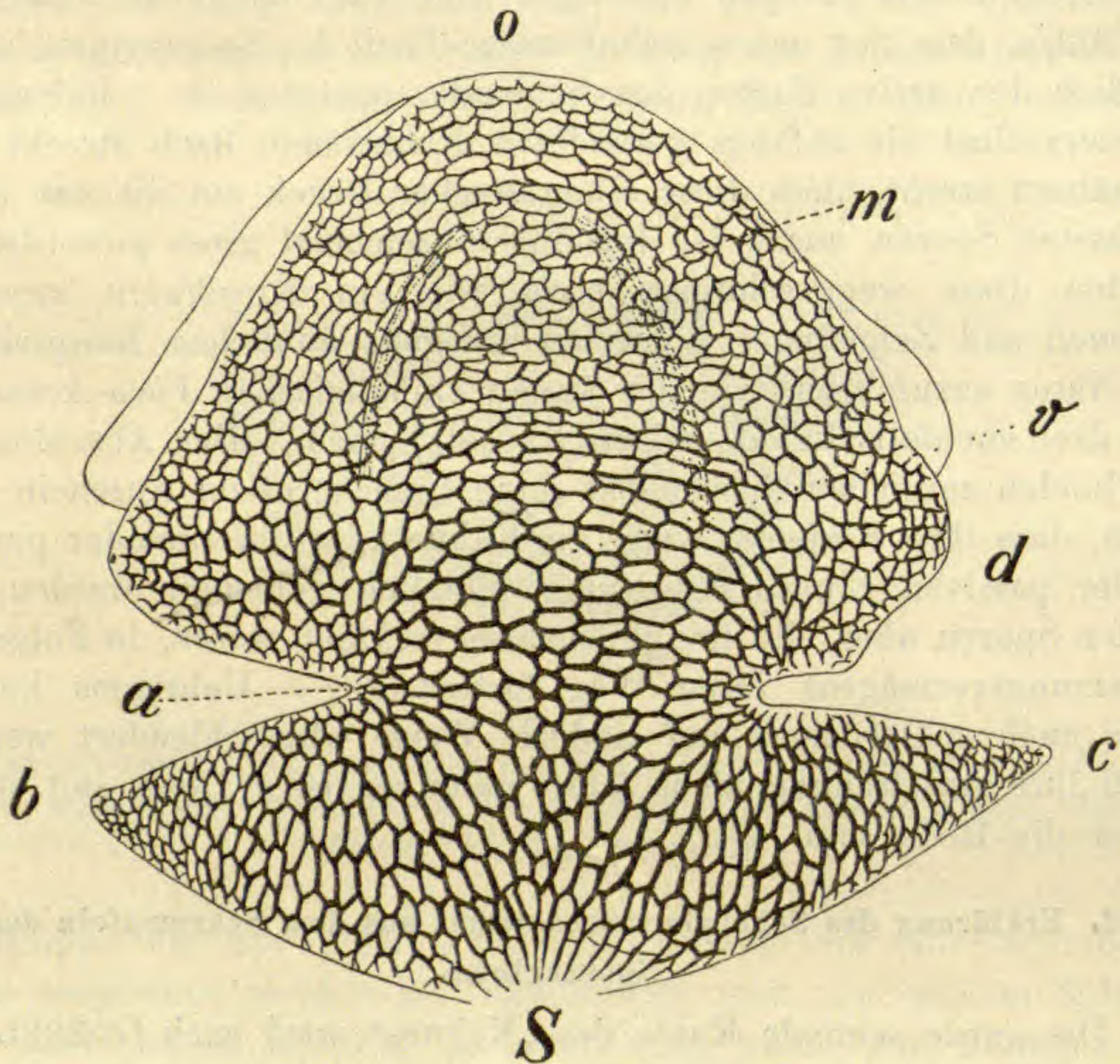


Fig. 2.

Copie nach GOEBEL; die untere Klappe eines Makrosporangiums von der äusseren Fläche gesehen, nach völliger Austrocknung. — *b* und *c* Zipfel des kahnförmigen Basaltheils, entsprechend *xy* der Fig. 1. — *m* die Region der Schleudertasche einer oberen Spore. — *v* die Querzellen der Knickstelle *w* in Fig. 1.

sie mit dazu, beim Beginn des Austrocknens die oberen Klappenränder von einander zu trennen und zu entfernen; ferner macht sie aber auch bei ihrem weiteren Fortschreiten die Flugbahn der oberen und unteren Sporen möglichst frei (vgl. unsere Fig. 1). Die Erreichung dieses Zieles wird nun wesentlich begünstigt durch die Zellgruppe *v*, die in Fig. 2 zwischen dem Kahn und der Schleudertasche *m* liegt. Da ihre Elemente meist quergestreckt sind, so be-

wirken sie an der Sporangienwandung einen starken Knick dieser Stelle (*w* in Fig. 1) nach aussen und unten. Es darf nicht vergessen werden hinzuzufügen, dass diese Zellgruppe *v* sich nur an einer der beiden Klappen, und zwar nur an der unteren (*u* in Fig. 1) scharf ausgeprägt findet. Für die obere würde eine derartige Umknickung ja nutzlos oder gar schädlich sein, da diese Klappe der Stammaxe ziemlich eng anliegt. Durch den Knick der unteren wird dagegen das deckende Stützblatt des Sporangiums herabgedrückt und so aus dem Wege geschafft. — Hiernach erklärt sich der anatomische Aufbau des Sporangiums an der Hand der Cohäsionstheorie ganz vortrefflich.

3. Beweise für den Cohäsionsmechanismus des Makrosporangiums.

Ist im vorhergehenden dargethan worden, dass die Deutung unserer Schleudereinrichtung als Cohäsionsmechanismus wohl plausibel ist, so kommt es nun darauf an, nachzuweisen, dass diese Erklärung die einzig mögliche ist. Zu diesem Behufe sei im Folgenden eine Reihe von Beobachtungen angeführt.

Lässt man reife Sporangien etwa 24 Stunden in absolutem Alkohol liegen und darauf an der Luft austrocknen, so springen sie nicht auf, ja sie verändern dabei ihre Form und Grösse nicht merklich. Diese Thatsache spricht entschieden gegen die „Schrumpfungstheorie“. Man könnte jedoch versucht sein, sie in dem Sinne zu deuten, dass der Schleuderapparat in der Natur durch die Turgorabnahme der Sporangienzellen in Bewegung gesetzt werde und somit diesmal nur versagt habe, weil diese Zellen vorher getödtet worden seien. Dass aber auch diese Erklärung unzutreffend ist, erkennt man, wenn man dieselben durch Alkohol getödteten Sporenbehälter vor oder nach dem Austrocknen in Wasser legt, bis sich ihre Zelllumina gänzlich wieder mit Wasser erfüllt haben, und sie auf's Neue der Austrocknung überlässt. Nunmehr schleudert jedes Sporangium seine Sporen ordnungsmässig ab, wie ein frisches.

b) Der eben erwähnte Versuch lässt sich in gewissem Sinne umkehren, indem man statt von geschlossenen Sporangien von älteren, längst geöffneten Sporenbehältern ausgeht. Die Klappen derselben sind, wie Fig. 2 erkennen lässt, ziemlich flach gestreckt, sie nehmen aber in Wasser binnen wenigen (etwa 2 Minuten) ihre ursprüngliche, innen concave Form (vgl. GOEBEL l. c., Fig. 1) wieder an. Ueberlässt man dieselben nun sofort, nachdem sie diese Gestalt wieder erreicht haben, von Neuem der Austrocknung, so bleiben ihre Formänderungen in sehr engen Grenzen, und sie sind fast unmerklich. Alle die ausserordentlichen Deformationen, die man an frischen Klappen bemerkt und von denen weiter unten die Rede ist, treten an den älteren Klappen erst dann von Neuem auf, wenn nicht bloss ihre

Membranen wassergesättigt, sondern auch die Zelllumina wieder völlig wassergefüllt geworden sind.

3. Es lässt sich nun leicht constatiren, dass die Zellen der frischen Sporangien nicht nur, dem Vorhergehenden entsprechend, bis zum Beginn des Schleudervorganges, sondern auch nach Ablauf desselben durchweg noch safterfüllt sind. Man überzeuge sich davon, indem man die Hälften eines Sporangiums sofort, nachdem es seine Sporen weggeschneilt hat, aus einander zerrt und unter dem Mikroskop prüft. Bei weiterer Beobachtung solcher Objecte wird man vielleicht erstaunen, dass die Schrumpfbewegungen mit dem Abschnellen der Sporen noch längst nicht zu Ende sind. Vielmehr schreiten die bis dahin aufgetretenen und bisher besprochenen Krümmungen in derselben Richtung noch weiter fort. So verstärkt sich z. B. der Knick der Stelle *w* in Fig. 1 sehr erheblich; der Kragen um die offene Schleudertasche schlägt sich weiter nach aussen, die spitzen Enden *b* und *c* jeder Kanhälfte in Fig. 2 erheben sich aus ihrer Ebene nach aussen auf den Beschauer zu, bis sie mit den einander zugekehrten Concavseiten, in der Mitte über der Linie *OS* (Fig. 2) zusammentreffen oder an einander vorübergehen. Alles dies geschieht noch bei voller Saftfüllung der activen Zellen. Denn wenn man das derartig deformirte Object in Wasser bringt, worin es sich bald wieder ausbreitet, nimmt man höchstens in Zellgruppen des oberen Klappentheils dunkle Blasenräume wahr. — Hat man dies Eintragen des Objectes in Wasser unterlassen, so kann sich nun die weitere Veränderung desselben in verschiedener Weise vollziehen. Manchmal bemerkt man plötzlich in einem Theile desselben ein Zucken; derselbe, z. B. einer der Zipfel *b* und *c* des unteren Theiles in Fig. 2 schlägt sich wieder zurück; zur selben Zeit sieht man dann in dieser Partie die dunklen Blasenräume innerhalb dieser Zellen auftreten. Dann folgt ein anderer Theil in gleicher Weise. Bringt man das Object erst nunmehr in Wasser, so kann man sich leicht überzeugen, dass die Zellen nur in den bereits wieder ausgebreiteten Partien dunkelumrandete Blasenräume aufweisen, in den anderen dagegen immer noch flüssigkeitsgefüllt sind. Hiernach beruht also das Ausbreiten und Abflachen der vorher so stark verkrümmten Klappentheile auf dem elastischen Zurückschnellen der vorher gespannt gewesenen, verdickten Zellmembranen, das zugleich mit dem Riss der Zellflüssigkeit eintritt. In Folge desselben kann ein Sporangium nach dem Abschnellen seiner Sporen noch 3—4 Male auf dem Objectträger hin- und her hüpfen. Das Zurückschnellen der Membranen kann aber auch mit einem einzigen Male beendet sein. Natürlich bieten solche Bewegungen der Pflanze noch Gelegenheit, seitliche Sporen, die Anfangs etwa noch haften geblieben sind, nachträglich auszuwerfen. Andererseits können diese Rückkehrbewegungen, namentlich, wenn

man sie an längst aufgesprungenen Sporangien¹⁾, die lange Zeit im Wasser eingeweicht gewesen sind, hervorruft, auch allmählicher und nur mit geringer Energieentwicklung erfolgen; solche Fälle sind für die genaue Beobachtung der ihnen zu Grunde liegenden Umstände natürlich am günstigsten.

4. Bei solchen Versuchen trifft man bisweilen auf Fälle, in denen zwar die volle Deformation der wassergefüllten Gewebe eintritt, das Zurückschnellen beim Riss der Zellflüssigkeit aber mehr oder weniger oder sogar völlig unterbleibt. Macht man nun Schnitte durch solche Gewebe, so sieht man in diesen die tiefe Einstülpung der Aussenwand jeder Zelle klar vor Augen, während die äussere Membran der zurückgeschnellten Zellen straff ist. Diese Beobachtung ist selbstverständlich als Beweismittel für unsere Auffassung des Schleuderapparates sehr werthvoll. Sie ist aber noch aus einem anderen Grunde sehr interessant. Bei den Antheren ist nämlich die Cohäsionstheorie auch aus dem Grunde angefochten worden, weil im Gegensatz zu den Farnsporangien an ihnen nie ein Zurückschnellen der gespannten Membranen beim Riss der Zellflüssigkeit beobachtet worden ist. Die *Selaginella*-Sporangien lehren uns nach dem Gesagten, dass beide Fälle sogar an Geweben desselben Ursprungs vorkommen können. Ja, dieses Nebeneinanderbestehen scheint bei *Selaginella* sogar die Regel zu sein. Ich habe wenigstens bei Längs- und Querschnitten durch trockene Makro- und Mikrosporangien in den Randzellen der Klappen fast immer ein Fortbestehen der Faltung gefunden, wenn auch die übrigen Zellen wieder straffe Aussenwände erlangt hatten. Als Beleg hierfür sei ein Stück eines Längsschnittes durch eine Mikrosporangienwand bereits an dieser Stelle in Abbildung eingefügt.

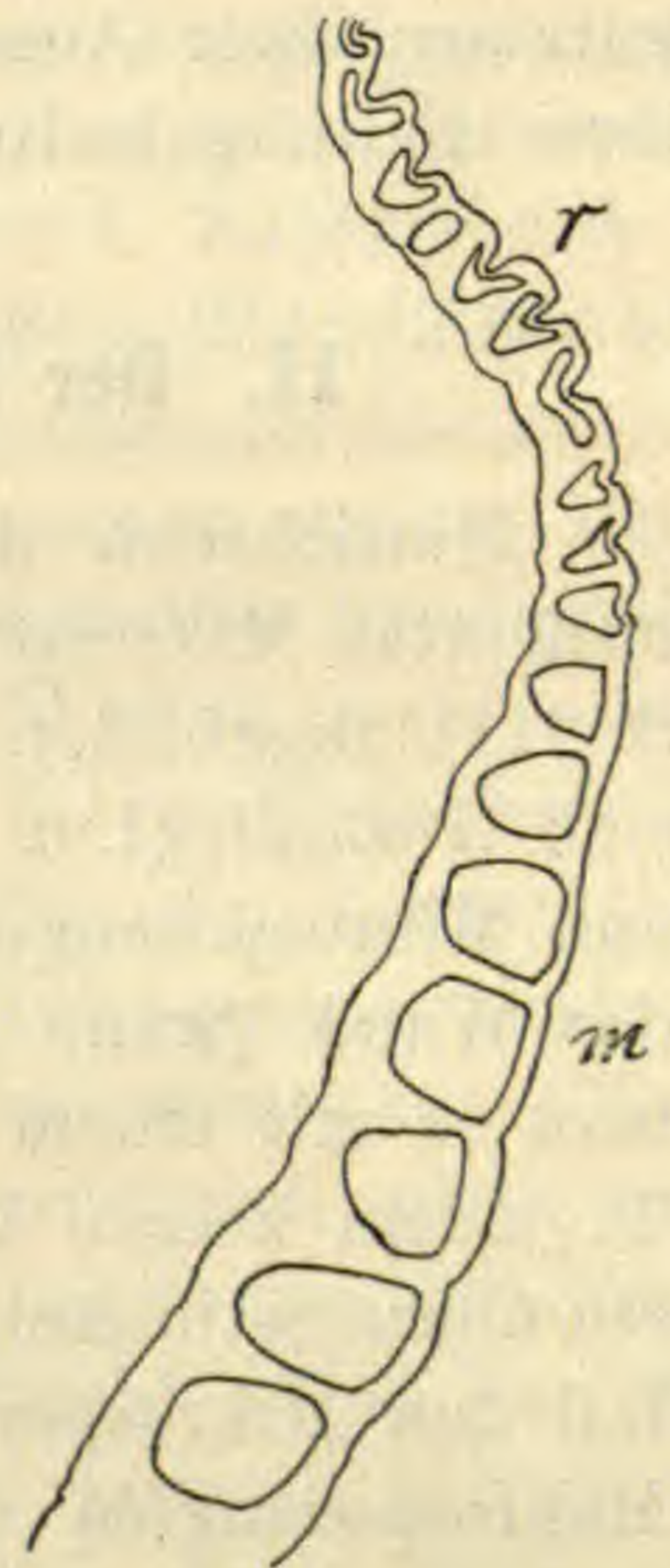


Fig. 3.

Theil eines radialen Längsschnittes durch eine Mikrosporangium-Klappe nach völliger Austrocknung derselben. — *m* Zellen, die sich beim Abschnellen der Sporen entfaltet haben; *r* Zellen, die gefaltet geblieben sind.

5. Vielleicht verdient noch Erwähnung, dass man das Aneinanderücken der Seitenwände der activen Zellen unter dem Cohäsionszuge des abnehmenden Zellsaftes bis zur gegenseitigen Berührung namentlich in der mittleren Partie des „Kahns“ bei der Flächenansicht desselben auch leicht direct beobachten kann. Da diese

1) Wie schon früher erwähnt, verhalten sich längst aufgesprungene Sporangien, wenn sie nur völlig imbibirt sind, im Allgemeinen wie frische.

Seitenwände jedoch nach dem völligen Austrocknen wieder durch ein breites Stück der Aussenwand getrennt erscheinen, so ist es ausgeschlossen, dass diese Annäherung durch die Verkürzung jener Wand bewerkstelligt worden sein könnte. Also geht auch aus dieser Beobachtung hervor, dass die Aussenmembran im Verlaufe der Auswärtsbewegungen nach innen eingestülpt worden sein muss.

Zusammenfassend dürfen wir also von den Makrosporangien der Selaginellen wohl behaupten, dass ihr Schleudermechanismus auf dem Cohäsionszug des Zellsaftes beruht, während die definitive Gestalt ihrer Klappen nach vollständigem Austrocknen theils durch Verkürzung ihrer Aussenmembran,¹⁾ theils durch das Bestehenbleiben ihrer Faltung bedingt ist.

II. Der Schleuderapparat der Mikrosporangien.

Hinsichtlich der Sporangien können wir uns kurz fassen. Ein entleertes Mikrosporangium findet sich bei GOEBEL (l. c. Fig. 1. II. S. 211) abgebildet. Ueber den Bau desselben im Allgemeinen äussert sich GOEBEL (l. c. S. 221): „Die Verschiedenheiten zwischen Makro- und Mikrosporangien sind so bedeutend, dass man auch an Stücken der Wand (wenn sie nicht gar zu klein sind), erkennen kann, ob man es mit einem Makro- oder einem Mikrosporangium zu thun hat. Trotzdem zeigen beide Sporangien in ihrem Wandbau — wie schon die übereinstimmende Art des Aufspringens zeigt — denselben „Typus“. Bei den Mikrosporangien tritt er so zu sagen in primitiver, bei den Makrosporangien in ausgeprägter Weise auf“. Dieses Urtheil trifft ganz besonders auf die Schleudereinrichtung zu. Während man den ballistischen Apparat der Makrosporen wohl ohne Bedenken als ein Kunstwerk von genialer Einfachheit charakterisiren kann, auf das einem menschlichen Erfinder ein Patentschutz nicht verweigert worden wäre, ist der Schleudermechanismus der Mikrosporen von kunstloserer Ursprünglichkeit. Für die zahlreichen winzigen Mikrosporen würde ja eine Einrichtung, die den Quetschdruck auf einzelne Körner zum Abschiessen derselben benutzen wollte, wenig am Platze sein. Aus diesem Grunde fehlt, wie GOEBEL richtig hervorhebt, den Mikrosporangien die vorher besprochene, für die Makrosporenbehälter typische Ausgestaltung des Basaltheils mit seinem Gelenk und der eigenthümlichen Orientirung und Ausprägung stark verdickter activer Zellen, ebenso wie die auffällige Ausbildung zweier besonderer Sporentaschen im oberen Theile der Klappen. Die activen Zellen des Mikrosporangiums mit derselben charakteristischen Wandverdickung,

1) Nach der optischen Reaction zu schliessen (vergl. S. 118, Anm. 2), wird diese Verkürzung hauptsächlich senkrecht zur Längsachse der Zellen erfolgen.

wie sie uns beim Makrosporangium entgegengetreten sind, nehmen vielmehr den gesammten mittleren Theil jeder Klappe ein und sind vorwiegend quergestreckt. Die Energie zum Abschleudern der Mikrosporen entnimmt die Natur, wie bei den Annuluszellen der Farne, lediglich der Elasticität der verdickten Zellmembranen, in dem Augenblick, wo sie beim Riss der Zellflüssigkeit zurückschnellen. Dieser Spannungsausgleich kann nun allmählich in verschiedenen Absätzen nach einander erfolgen, indem sich jedesmal nur eine begrenzte Zahl neben einander liegender Zellen mit Blasenräumen füllt. Dann werden natürlich jedes Mal nur eine beschränkte Anzahl von Mikrosporen ausgeworfen, die in der Nähe jener Zellgruppe liegen. Es können aber auch grössere Mengen von Mikrosporen auf einmal hinausgeschleudert werden, wenn ausgedehntere Zellregionen zu gleicher Zeit zurückschnellen. Man kann alle diese Einzelfälle, auch ohne das freiwillige Aufspringen eines Mikrosporangiums abzuwarten, leicht verfolgen, wenn man ein solches durch einen sanften Druck geöffnet hat. — Nach den vorhergehenden ausführlichen Auseinandersetzungen über die Makrosporangien ist es wohl nicht mehr nöthig, auch hinsichtlich der Mikrosporenbehälter auf die ganz analoge Beweisführung im Detail einzugehen. Ich möchte nur hervorheben, dass die beiderlei Sporangien nach meinen Erfahrungen auch im Verhalten ihrer abgestorbenen Gewebe übereinstimmen. Wenn GOEBEL berichtet, dass Stücke todter Mikrosporangien nicht mehr dieselben Schleuderbewegungen zeigten, wie entsprechende Stücke frischer Mikrosporenbehälter, so rührt dies vielleicht davon her, dass seine Probeobjecte nicht lange genug in Wasser verweilt hatten. Ich habe wenigstens zwischen älteren Mikrosporangien, deren Zelllumina wieder vollständig mit Wasser erfüllt waren, und frischen keinen Unterschied in Bezug auf ihr Verhalten beim Wasserverlust constatiren können. — Dass auch bei den Mikrosporangien das Zurückschnellen der Klappenrandpartien gewöhnlich unterbleibt (vergl. unsere Fig. 3, S. 125) ist schon früher erwähnt und biologisch begründet worden.

Ich hoffe, dass die vorstehende ausführliche Darlegung des besonderen Falles eines Cohäsionsmechanismus dazu beitragen wird, das Misstrauen gegen die „Cohäsionshypothese“, soweit es noch besteht, zu zerstreuen. Wer die physiologisch - anatomische Litteratur durchblättert, wird eine Reihe von Fragen finden, deren Lösung durch die Theorie der „Schrumpfung“ und „elastischen Entfaltung“ in ähnlicher Weise vorgezeichnet ist, wie die in diesen Zeilen behandelte. Ich vermuthe dies z. B. von wasserabsorbirenden Haaren an Epiphyten (vergl. A. F. W. SCHIMPER, Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens, Bot. Centralbl. 1884, Bd. XVII, S. 321 ff.; HABERLANDT, Physiol. Pflanzenanatomie, 1896, S. 208 und 209, sowie

Fig. 81; ferner das Referat über eine schwedische Abhandlung von HEDLUND im Bot. Centralbl. 1902, Bd. 89, S. 149). Wahrscheinlich gehört hierher auch das Bewegungspolster der Dolde von *Ammi Visnaga*, über das ASCHERSON in den Berichten unserer Gesellschaft (1892, Bd. X, S. 104ff.) Mittheilung gemacht hat.¹⁾

13. Otto Appel: Der Erreger der „Schwarzbeinigkei“ bei den Kartoffeln.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 28. Februar 1902.

Unter dem Namen „Schwarzbeinigkei“ ist eine Erkrankung der Kartoffelpflanze bekannt, welche dadurch charakterisirt ist, dass während der Hauptvegetationszeit die Stengel am Grunde unter intensivem Schwarzwerden erkranken und, falls sich diese Erkrankung auf grössere Zellcomplexe erstreckt, absterben.

Auf die sehr verschiedenen Formen, in denen diese Krankheit vorkommt, will ich hier nicht eingehen, sondern nur unter Vorlage der bezüglichen Präparate nachweisen, dass man die Schwarzbeinigkei künstlich herbeiführen kann.

Als Erreger haben PRILLIEUX und DELACROIX²⁾ einen Bacillus angesprochen, den sie *Bacillus caulivorus* nennen, FRANK³⁾ hat dagegen den von ihm *Micrococcus phytophthorus* benannten Organismus für die Ursache gehalten. Leider haben diese Forscher ihre Organismen

1) Durch die Güte der Herren Prof. Dr. ASCHERSON und Dr. med. C. KELLER (z. Z. in Athen) bin ich inzwischen in Stand gesetzt worden, mich hinsichtlich der Dolden und Döldchen von *Ammi Visnaga* von der Richtigkeit meiner Vermuthung zu überzeugen. Ich gestatte mir, den genannten Herren an dieser Stelle meinen ergebensten Dank für ihre freundliche Zusendung von Material auszusprechen. Die Einwärtsbewegung jener Dolden- und Döldchenstrahlen beim Wasserverlust beruht in der That auf dem „Schrumpfen“ parenchymatischer Zellen von z. Th. collenchymatischem Charakter, wie sie in ASCHERSON's citirter Mittheilung Fig. 8 und 9 abgebildet sind. Die Auswärtsbewegung der Strahlen bei reichlicher Wasserzufuhr geht unter partieller Entfaltung dieser Zellen vor sich. Bei der geringen Elasticität der gefalteten Membranen trägt jedenfalls das Bestreben der in dem Parenchympolster eingeschlossenen Strahlenbasen, in die ursprüngliche Lage zurückzukehren, zur Entfaltung der Parenchymwände wesentlich bei.

2) Comptes rendus de l'académie des sciences, CXI. 1890. S. 208.

3) FRANK, Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte. Berlin 1877. I. B. 530/02.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

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

Artikel/Article: [Ueber den Schleudermechanismus Selaginella-Sporangien. 117-128](#)