

Die Schleuderfrüchte und ihr im anatomischen Bau begründeter Mechanismus.

Von

F. Hildebrand.

Ausser den Früchten und Samen, welche Einrichtungen besitzen, mittelst derer sie durch Wind, Thiere und Wasser verbreitet werden, findet sich eine Anzahl solcher, welche in eigenthümlicher Weise mit Schleudereinrichtungen versehen sind, vermöge deren die Samen in mehr oder weniger weitem Umkreise um die Mutterpflanze herum vertheilt werden. Diese Schleudereinrichtungen dürften für die meisten Fälle ihrer äusseren Erscheinung nach, und wie dieselben wirken, im allgemeinen bekannt sein¹⁾, so dass es wohl überflüssig sein würde allein auf diese äusseren Schleudereinrichtungen näher einzugehen; darüber hingegen, wie der Schleudermechanismus in dem anatomischen Bau der besagten Früchte seinen Grund hat, sind wohl kaum Untersuchungen angestellt oder wenigstens veröffentlicht worden²⁾, so dass es nicht überflüssig sein dürfte auf diesen Punkt, der in vieler Beziehung interessant ist, einmal genauer einzugehen.

Bei den Schleuderfrüchten können wir zwei Hauptabtheilungen machen, nämlich sie in solche theilen, welche saftig sind und bei denen der Schleudermechanismus auf Zellschichten beruht, welche in stärkerer Turgescenz und Spannung sind, als andere benachbarte

1) De Candolle erwähnt in seiner Pflanzenphysiologie, deutsch von Roeper II. p. 239 der Schleuderfrüchte von Balsaminen, Momordica Elaterium, Euphorbiaceen, Cardamine und Oxalis, ebenso Delpino in seinen Pensieri sulla biologia vegetale p. 11; die umfassendste Zusammenstellung findet sich aber bei Bischof, Lehrbuch der Botanik II. 1. p. 470.

2) Kraus hat in seiner Abhandlung über die trockenen Pericarprien, in Pringsheim's Jahrbüchern V, p. 83 die Schleuderfrüchte nicht in Betracht gezogen.

— und zweitens in solche, wo bei Eintrocknung bestimmte Zellschichten stärker oder schwächer sich zusammenziehen, so dass hier das Schleudern durch den Feuchtigkeitsgrad der Luft mit bedingt ist und an den abtrocknenden Früchten geschieht, während in dem ersten Falle der Schleudermechanismus bei den noch saftigen Früchten in Wirksamkeit tritt.

I. Saftige Schleuderfrüchte.

Oxalis.

Zwar ist so eben nur von Schleuderfrüchten und nicht von Schleudersamen die Rede gewesen, doch mag es um weitläufigere Eintheilungen zu vermeiden, gestattet sein hier an dieser ersten Stelle die Samen der Gattung *Oxalis*¹⁾ zu besprechen, welche an sich selbst den Schleudermechanismus besitzen, und nicht etwa durch einen solchen, der sich an den Fruchtknotenwänden befände, hervorgescholeudert werden. Die fünffächerige Kapsel Frucht, z. B. bei *Oxalis Acetosella*, hat an ihren centralen Placenten in jedem Fache mehrere Samen sitzen; die Fruchtknotenwände sind ziemlich dünn und besonders an den Stellen durch einen auffallend schmalen Durchmesser ausgezeichnet, welche in der Mitte zwischen je zwei Scheidewänden an den hervortretenden Kanten der Frucht liegen. Hier an diesen leicht durchbrechbaren Stellen werden nun die Samen bei ihrer Reife hervorgescholeudert, was folgendermassen geschieht. Jeder Same ist mit einer durchsichtigen Aussenschicht (kein Arillus) versehen, welche zur Zeit der Reife von selbst, oder gegen diese Zeit hin auf eine einen leisen Druck verursachende Berührung von der inneren Zellschicht sich löst und in zwei in der Mitte verbunden bleibende Hälften auseinanderplatzt, welche beide Hälften, indem sie sich mit grosser Schnelligkeit zurückrollen, die Samen mit grosser Gewalt eine bedeutende Strecke fortscholeudern. Diese durchsichtige saftreiche Zellschicht besteht aus 4—5 Lagen von parenchymatischen verdickungslosen Zellen, von denen die der inneren Lagen kleiner sind als die der äusseren, dicht aneinander gedrängt liegen und an sich ein starkes Bestreben haben sich auszudehnen, was namentlich daran ersichtlich wird,

1) Ueber den Entdecker des Springens der *Oxalis*-Samen vergleiche man Roeper's Anmerkung in der Pflanzenphysiologie von De Candolle II. p. 240.

werden, während sie nach Aufrichten der Kapsel über die Blattregion nach allen Richtungen hin vertheilt werden können, in weitem Bogen über dieselbe dahinschnellend.

Nach diesem einzigen bis dahin bekannten Fall, bei welchem der Schleudermechanismus am Samen selbst sich findet, wenden wir uns zu denen, wo die Fruchtwände durch eigenthümliche Spannung das Hervorschleudern der Samen bewirken:

Impatiens Balsamina.

Bei *Impatiens* ist der Fruchtknoten fünffächerig und seine centralen Placenten tragen zahlreiche Samenknospen. Die Scheidewände sind sehr dünn, membranartig und lösen sich sehr bald bei der reifenden Frucht sowohl von den Wänden derselben als von dem Centrum ab, so dass nur eine freie die Samen tragende Säule in der Mitte der Frucht steht. An den 5 Stellen, wo die Scheidewände der äusseren Fruchtwand angesessen haben, oder noch lose bis zur Reife adhaeriren, ist die besagte Fruchtwand aus einer dünnen Schicht kleiner zartwandiger Zellen zusammengesetzt, welche bei der vollständigen Fruchtreife sich voneinander lösen, so dass nun 5 Fruchtklappen entstehen. Diese 5 entweder durch die selbstständigen Wachstumserscheinungen oder durch Berührung und dadurch ausgeübten leisen Druck zur Zeit der Reife sich voneinander lösenden Klappen, rollen sich nun bei ihrem Freiwerden, wie bekannt, mit grosser Schnelligkeit uhrfederartig zusammen, wobei sie gegen die an den Placenten noch sitzenden Samen geschleudert werden, dieselben losreissen und eine Strecke weit fortschleudern. Diese Schleudererscheinung beruht nun auf folgendem Bau der Fruchtklappen. Auf dem Querschnitt haben dieselben eine halbmondförmige Gestalt; aussen liegt eine von Haaren, die aus einfachen Zellreihen bestehen, bedeckte, schwach hervortretende Epidermis, und an diese schliesst sich nach Innen eine mehrreihige Schicht parenchymatischer Zellen, mit etwas nach dem Inneren der Klappen gestrecktem Durchmesser; dann folgt eine Schicht kleiner polyedrischer chlorophyllhaltiger Zellen, in welcher die Gefässbündel verlaufen, woran sich dann die Innenseite der Klappe mit etwa 3 Reihen von oben nach unten bedeutend in die Länge gezogener Zellen schliesst, die auf dem Querschnitt vor den chlorophyllhaltigen und namentlich vor den noch weiter aussen liegenden Zellen durch kleineren Durchmesser sich auszeichnen. Von diesen

3 verschiedenen Zellschichten ist die dicht unter der Epidermis liegende die breiteste, ihre Zellen sind am grössten und befinden sich in einem Zustande sehr starker Turgescenz, während eine solche in den chlorophyllhaltigen Zellen und den inneren, langgestreckten fehlt. In der geschlossenen Frucht kann nun die Schwellschicht nicht in vollständige Aktion treten, sondern es muss der Zeitpunkt erst heranrücken, wo der Verband der Klappen untereinander bei der Reife der Frucht ein sehr loser wird. Dieser lose Zusammenhang wird nun endlich von der stärker und stärker gespannten Schwellschicht überwunden (eine Nachhülfe schafft ein leiser Druck) und dadurch unterbrochen, und nun kann diese ihrer Spannung folgen und sich ausdehnen, so dass sie den äusseren grösseren Bogen der hierdurch sich uhrfederig aufrollenden Klappen einnimmt. Dass diese Klappen von oben nach unten der Länge nach sich einrollen, und nicht von der Seite her, kommt davon, dass sie von innen nach aussen im Verhältniss zu ihrer Breite einen so starken Durchmesser haben, dass auch ein gewaltsames Einrollen von den Seiten her nicht möglich ist.

Bei *Impatiens noli me tangere* ist der Schleudermechanismus ganz ähnlich wie bei *Impatiens Balsamina*, und wahrscheinlich wird sich die Sache bei allen anderen *Impatiens*-Arten ebenso verhalten.

Während wir nun hier bei *Impatiens* eine derartige Spannung in den Fruchtwänden haben, dass die frei gewordenen Klappen sich nach dem Centrum der Frucht hin umrollen, haben wir weiter einige andere Fälle, wo das Gegentheil, nämlich eine Umrollung der Fruchtklappen nach aussen statt findet. Dahin gehört unter anderen Cruciferen¹⁾ die überall leicht zu beobachtende

Cardamine hirsuta (Taf. I. Fig. 11—14).

Bei der reifen Frucht lösen sich hier die beiden Klappen von der stehen bleibenden Scheidewand von unten beginnend bis oben hinauf entweder von selbst oder durch eine leise Berührung, die einen geringen Druck mit sich bringt, ab, reissen dabei die in seichten Vertiefungen an ihnen anliegenden Samen von ihren Placenten los und schleudern dieselben, indem sie sich gleich beim Loslösen sehr schnell uhrfederig nach aussen aufrollen, weit fort,

1) Auch andere *Cardamine*-Arten, ferner die Gattung *Dentaria*, *Pteroneuron graecum* etc. besitzen Schleuderfrüchte.

und zwar in verschiedenen weiten Entfernungen, indem die mehr am Grunde der Klappen sitzenden Samen natürlicher Weise in einem anderen Bogen und in anderer Richtung geschleudert werden müssen, als diejenigen, welche mehr nach der Spitze der Klappen zu sich befinden. Dieser Schleudermechanismus wird nun durch folgenden Bau der Frucht ermöglicht. Die Scheidewand der vom Rücken her flach gedrückten Schote ist an sich ziemlich dünn, Fig. 11s, verbreitert sich aber an der Stelle, wo sie beiderseits sich an die Fruchtknotenwand anschliesst, und ist hier mit dieser durch einen Strang stark verdickter Zellen, Fig. 11h, in Verbindung gesetzt, an welchen sich nach aussen ein Gefässbündel anschliesst; es ist dieser verdicktzellige Strang derjenige Theil, welcher einestheils der ganzen Frucht ihre Steifigkeit giebt, anderntheils bewirkt, dass Scheidewand und das daran sich schliessende Stück der Aussenwand der Frucht miteinander in Verbindung bleiben. Durch diesen Bau würde nun das Aufspringen der Schote überhaupt verhindert sein, wenn nicht an dieser genannten Stelle, wo die Scheidewand in die Aussenwand übergeht, rechts und links eine Furche sowohl an der Aussenseite als an der Innenseite der Fruchtwand sich fände, Fig. 11 bei e, welche beiden Furchen so genau innen und aussen einander gegenüber liegen, dass hier eine bedeutende Einschnürung der Fruchtwand statt hat. Schon durch diese Einschnürung ist an den betreffenden Stellen das Aufspringen der Schotenklappen angelegt, wird aber besonders noch dadurch erleichtert, dass an diesen Stellen nur kleine dünnwandige Zellen liegen, während nach der Scheidewand zu sich die schon genannten verdickten, Fig. 11h und nach den Klappen zu andere sogleich zu besprechende verdickte Zellen anschliessen. Der Bau der Klappen selbst, die also bei den angegebenen anatomischen Verhältnissen leicht abreißen können, ist nun folgender. Die Innenseite derselben wird von einer Lage Zellen eingenommen, welche horizontal gestreckt sind, Fig. 12 u. 14t, mit flachen Wänden aneinander schliessen und sich in einem ganz gewaltig starken Turgescenzzustande befinden, welcher einestheils dadurch sich zeigt, dass sie an der nach dem Inneren der Frucht zu liegenden freien Seite mit stark gebogener Wand hervorstehen, Fig. 13t, anderntheils sehen wir bei einem in Wasser gelegten Schnitt das Bestreben dieser Zellen sich auszu dehnen in der Weise hervortreten, dass sie sich in einem schlangenartig gewundenen Streifen, Fig. 12t, von der darunter liegenden Zellschicht loslösen. Diese Schicht ist aus Zellen zusammengesetzt,

welche der Länge der Schote nach gestreckt sind, also die Zellen der Schwellschicht gerade kreuzen, Fig. 14, auf ihrer den Schwellzellen zugelegenen Seite sind sie stark verdickt und mit grossen Porenkanälen versehen, Fig. 12 u. 13h. Auf diese Schicht folgen nach aussen mehrere Lagen kleiner polyedrischer dünnwandiger Zellen, die weiter nach aussen grösser und grösser werden, Fig. 12, bis sich an sie die Epidermis anschliesst. Wir haben hier also gerade die umgekehrte Erscheinung, wie bei *Impatiens*, durch die umgekehrte Lage der Schwellschicht hervorgebracht, die sich auf der Innenseite der Klappen befindet, so dass, wenn ihre Turgescenz eine bestimmte Höhe erreicht hat, die Klappen an den oben beschriebenen Furchen von den übrigen Theilen der Frucht losreissen, sich uhrfederig nach aussen umrollen und die an ihnen hängenden Samen fortschleudern. — Schon hier sind die Spannungsverhältnisse derartig, dass es schwierig wird eine losgelöste und aufgerollte Klappe wieder zurückzurollen, noch stärker ist jedoch die Spannkraft der Schwellschicht bei

Cyclanthera pedata (Taf. I. Fig. 1—7.)

wo die einmal umgebogenen Fruchtwände eher zerbrechen, als dass sie sich wieder zurückbiegen liessen. Die äussere Erscheinung der Schleuderfrüchte dieser Pflanze dürfte allgemein bekannt sein, doch muss auf die Beschreibung derselben kurz eingegangen werden. Schon zur Blüthezeit hat der Fruchtknoten eine etwas schiefe Gestalt, Fig. 1, und die mehr ausgebauchte Seite desselben ist stärker mit weichen Stacheln besetzt, als die andere. Bis zur Fruchtreife hat sich diese Schiefheit derartig ausgebildet, dass die ganze Frucht an der einen stacheligen Seite konvex, an der anderen, nicht mit Stacheln besetzten, etwas koncav ist, Fig. 2; die eigentliche Spitze ist etwas zur Seite gerückt und noch mit den Resten der oberständigen Blüthentheile gekrönt, besonders dem Kelche, welcher an einem kurzen Stiele in einen tellerförmigen, nach der hinteren Seite der Frucht zu liegenden Körper ausgeht. Wird nun zur Zeit der Fruchtreife auf diese hervorstehende Spitze ein kleiner Druck, den schon eine leise Berührung mit sich bringt, ausgeübt, so springt die ganze Frucht elastisch auf, und die Samen werden weit weggeschleudert. Das Innere der Frucht ist nämlich mit einem ganz losen Marke angefüllt, die Placenta mit den Samen an der hinteren Fruchtwand im inneren verlaufend, Fig. 3p, liegt fast frei

in diesem Mark, ist aber an ihrer Basis mit dem Kelchrest und anfangs auch noch mit dem oberen Theile der hinteren Fruchthälfte fest verbunden. Die letztere Verbindungsstelle wird nun aber immer schmaler und schmaler durch weitere Auflösung der hier gelegenen Zellen, Fig. 3 bei c, bis sie endlich ganz schwindet und nun sogleich eine Zurückrollung der beiden Fruchthälften statt hat, wobei die eine, weniger Stacheln tragende sich nach der einen Seite, die andere, an welcher die Placenta mit den Samen sitzt, nach der anderen sehr schnell umrollt, Fig. 3 u. 4, so dass bei diesem Rucke die Samen, manchmal auch zugleich die ganze Placenta, weit weggeschleudert werden.

Dieses Umrollen beruht nun wieder auf einer in besonders starker Spannung befindlichen Zellschicht. Die Epidermis der Frucht besteht aus glatten polyedrischen Zellen, darauf folgt eine Schicht von langgestreckten spitz endigenden, chlorophylllosen Zellen, dann eine Zone weniger langgestreckter, chlorophyllhaltiger mit horizontalen Wänden endigender Zellen, in welcher Zone die Gefässbündel verlaufen, endlich schliesst sich an diese eine breite Zellschicht, bestehend aus nicht sehr langgestreckten mit horizontalen Wänden endigenden Zellen, deren Seitenwände sehr stark gewellt sind, aber so, dass Wellenberge auf Wellenberge treffen, wodurch grosse mit Luft erfüllte Interzellularräume entstehen, Fig. 7, durch diese Form sehen die Zellen von der Seite wie mit grossen Tüpfeln versehen aus, manchmal laufen auch die Wellenberge und Thäler ringförmig um die Zelle herum. Diese Zellen sind entstanden aus einfach parenchymatischen und zeigen sich in der ganz jungen Frucht als solche, die von denen des späteren Fruchtkernes sich garnicht unterscheiden, Fig. 5; später strecken sie sich in die Länge bis zu einem Zeitpunkt, wo diese Streckung durch gegenseitigen Druck unmöglich gemacht wird und nun entsteht die Wellung der Wände, Fig. 6, eben durch dieses Bestreben in die Länge zu wachsen. Diese Zellen sind daher in starker Längsspannung, werden also von den nach aussen liegenden Zellschichten an der Ausdehnung gehindert. Endlich wird nun von selbst oder durch einen leisen Druck die oben beschriebene Stelle, Fig. 3 bei c, wo der Placentagrund seitlich noch mit der stachellosen Fruchtwand in Verbindung war, aufgelöst, und nun können die Fruchtwände ihren Spannungsverhältnissen folgen und sich nach aussen umrollen, wobei natürlich die ganze Frucht aufreissen muss. Dies Aufreissen findet nun nicht an einer ganz bestimmten durch besonderen

anatomischen Bau ausgezeichneten Linie statt, sondern nur in einer durch die Form der ganzen Frucht bedingten Richtung in zwei ungleich grosse Hälften. An der Spitze der einen dieser Hälften sitzt dann, wie schon oben erwähnt wurde, die Placenta mit den Samen mehr oder weniger fest an, welche nun durch das schnelle Zurückkrümmen dieser Spitze fortgeschleudert werden. Eine Lösung von dem Fruchtmark, sowohl der Schwellschicht, als des Placentarückens findet zur Fruchtreife leicht wegen des spannungslosen leicht zerreisbaren Zustandes der an den betreffenden Stellen liegenden Zellen statt.

Man könnte nun noch vielleicht einwenden, dass die besprochene Schwellschicht und das damit verbundene Umrollen der Fruchtwände nur an der Seite der Frucht nothwendig sei (nämlich an der stacheligen convexen) mit welcher die Placenta in Verbindung bleibt und hervorgeschleudert wird, die gegenüber liegende Fruchtseite habe nicht nöthig sich umzurollen. Ein solches Verhältniss würde aber den Schleudermechanismus wesentlich beeinträchtigen; denn wenn jene Wand, Fig. 3a, sich nicht nach aussen umrollte, sondern starr stehen bliebe, so würde die Placenta, wenn auch von ihr losgelöst, schwierig an ihr in die Höhe gleiten, und bei dieser Reibung möglicher Weise an ihrer Basis abbrechen, wodurch sie dann nicht fortgeschleudert werden könnte. Die Fig. 3 wird dieses Verhältniss wohl deutlich machen.

Cyclanthera pedata, welche auch elastisch sich öffnende Früchte hat, kam leider in dem letzten Herbst nicht zu einer gehörigen Entwicklung, um den Schleudermechanismus näher untersuchen zu können, der aber wahrscheinlich sehr ähnlich wie bei *Cyclanthera explosans* sein wird.

Während in den vorhergehenden Fällen saftiger Schleuderfrüchte der Mechanismus derartig war, dass durch das Loslösen und Umrollen der sich von einander trennenden Fruchtwandklappen die Samen fortgeschleudert wurden so haben wir noch in

Momordica Elaterium (Taf. I. Fig. 8—10.)

einen besonders interessanten Fall, der dadurch abweicht, dass hier die Frucht sich nicht mit Klappen öffnet, sondern der bekannte Springmechanismus durch Loslösung des Fruchstieles in Gang gesetzt wird. Dieser Fruchstiel ist an seiner Spitze nach abwärts umgebogen, so dass die an ihm sitzende länglich-eiförmige Frucht

mit ihrer Basis nach oben liegt, Fig. 8. Gegen die Zeit der Reife löst sich nun der Fruchtstiel, welcher wie ein Stöpsel auf einer Flasche in der Fruchtbasis befestigt sitzt, allmählig mehr und mehr los, bis endlich ein Zeitpunkt kommt, wo durch einen leisen Druck oder schliesslich unabhängig von einem solchen durch die starke Spannung der Fruchtwand seine vollständige Loslösung aus der Frucht eintritt, Fig. 9, in welcher nunmehr die Spannungsverhältnisse weiter derartig wirken, dass die in ihrem Inneren enthaltenen Samen zusammen mit einem Schleim hervorgeschossen werden und entweder eine Strecke weit hinwegfliegen und dann zu Boden fallen, oder dem berührenden Körper, also etwa einem Thiere, durch den mit ihnen herausfliegenden Schleim angeklebt und so in bedeutende Entfernungen fortgetragen werden können.¹⁾

Im anatomischen Bau der Frucht ist dieser Springmechanismus nun folgendermassen vorbereitet und begründet. An den Fruchtstiel schliesst sich in das Innere des Fruchtkörpers hineinragend ein aus saftigen Zellen gebildeter halbkugeliger Körper an, Fig. 8, von dessen konvexer Seite die Gefässbündel in das gegen die Reifezeit lose und schleimig werdende Fruchtmark ausgehen. Wo nun an diesen halbkugeligen Körper bei seinem Uebergang in den Stiel sich ringsum die Fruchtwand anschliesst, befindet sich eine Anhäufung von kleinen dünnwandigen Zellen, die sich gegen die Zeit der Frucht reife vom Innern der Frucht nach aussen hin allmählig auflösen, so dass die Verbindungsstelle von Stiel und Fruchtwand immer schmaler und schmaler wird und endlich durch die Spannungsverhältnisse dieser Wand oder auch einen leisen Druck, den eine sanfte Berührung schon hervorbringt, ganz aufgelöst wird. Die Fruchtwand selbst, die mit weichen saftigen Stacheln bedeckt ist, hat auf ihrer Aussenseite eine aus mehreren Lagen gebildete Schicht von grossen saftreichen dünnwandigen Zellen, welche in sehr starker Spannung sich befinden und sich mehr auszudehnen streben als die inneren an das lose Fruchtmark anschliessenden Schichten, deren Zellen kleiner sind und etwas verdickte Wände mit eigenthümlichen Doppelporen, Fig. 10, besitzen. Diese Spannungsverhältnisse kann man auch durch Schnitte konstatiren: eine aus der Frucht herausgeschnittene Längslamelle der Wand krümmt sich von oben nach unten derartig, dass ihre äussere Seite konvex wird, und wenn man die Frucht quer durchschneidet,

¹⁾ Man vergleiche auch Roeper's Beschreibung der Springgurke l. c. II. p. 234, ebenso Delpino l. c. p. 10.

so werden beide Schnittflächen nach ihrer Mitte hin vertieft, indem an den Rändern eine starke Ausdehnung nach dem Schnitte erfolgt ist. Bei diesen Spannungsverhältnissen drückt nun natürlich die äussere sich auszudehnen strebende Schicht der Fruchtwand, derartig auf das Innere der Frucht, dass schliesslich der Stiel sich ablöst, und nun durch das Zusammenpressen des Fruchtinernen die Samen mit dem Schleim gewaltsam herausgespritzt werden. Würde die Frucht mit Längsrissen sich öffnen, so würden diese ebenso wie bei den Balsaminen sich nach Innen uhrfederig umrollen und so die Samen fortschleudern. — Dass die Frucht an dem gebogenen Stiel abwärts hängt, so dass ihre Basis nach oben liegt, ist durchaus für die Samenverbreitung sehr vortheilhaft, denn wenn die Fruchtbasis nach unten läge, so würden ja die Samen direkt auf den nahen Boden geschossen, also nicht im Umkreise verbreitet werden.

So sehen wir also bei den saftigen Schleuderfrüchten den Mechanismus neben der Oeffnungsweise der Frucht darauf beruhen, dass gewisse Zellschichten in stärkerer Spannung sind als andere daran liegende, wodurch dann ein Umbiegen der betreffenden Fruchttheile hervorgebracht wird, und zwar findet dieses Umbiegen je nach der verschiedenen Lage der Schwellschicht verschieden statt: entweder nach aussen, wo die Schwellschicht innen liegt (*Cyclanthera*, *Cardamine*) oder nach innen, wo dieselbe aussen sich befindet (*Impatiens*, *Oxalis*), endlich wird in einem Falle (*Momordica Elaterium*) durch diese Schwellschicht in der nicht in Klappen zerreisenden Frucht ein solcher Druck ausgeübt, dass die Samen schliesslich aus der Abrissstelle des Stieles hervorgeschleudert werden. Die Berührung bringt in allen Fällen nur dadurch die Schleudererscheinung hervor, dass sie durch den dabei ausgeübten Druck gewisse Zellparthien auflöst, wodurch die Spannungsverhältnisse in Aktion treten können.

2. Trockene Schleuderfrüchte.

Von den trockenen Schleuderfrüchten besprechen wir zuerst solche, bei denen die Samen allein weggeschleudert werden und von diesen zuerst einige Arten der Gattung

Viola (Taf. II. Fig. 19 und 20).

Bei einer ganzen Reihe von Veilchenarten z. B. bei *Viola Jooi*, *multifida*, *dentata* etc. findet ein eigenthümliches Fortschnellen der

Samen statt, welches Verhältniss schon Treviranus¹⁾ ziemlich eingehend beschrieben hat. Zur Zeit, wo die Kapsel heranreift ist hier der Stiel derselben an seiner Spitze umgebogen, so dass die Kapsel ähnlich wie die Frucht von *Momordica Elaterium* mit ihrer Spitze dem Boden zugekehrt ist; wenn dann der Zeitpunkt herannaht, wo die Kapsel sich öffnen wird, so richtet sich der Stiel gerade aufwärts, und die früher zwischen dem Laubwerk verborgene Kapsel steht nun aufrecht über dasselbe erhoben. Kurze Zeit nach diesem Aufrichten treten dann, von oben beginnend, an der Kapsel die drei Längsrisse auf, und die drei so entstandenen kahnartigen Klappen, welche sich nunmehr horizontal ausbreiten, tragen in ihrer Höhlung die Samen, jede in drei Längsreihen, welche Samen der in der Mitte der Klappe verlaufenden Placenta, Fig. 19 pl., noch fest ansitzen. Nun tritt allmählig eine derartige Eintrocknung der Kapselklappen ein, dass die Ränder derselben sich nach oben gegeneinander hin bewegen, in Folge wovon der Raum in Kahn immer enger und enger wird, bis endlich durch den zu starken Druck die Samen einer der drei Reihen hervorgeschleudert werden, was auch noch durch ihre glatte, glitschende Oberfläche besonders begünstigt wird; dann folgt die zweite Reihe und schliesslich die letzte, worauf die beiden Klappenränder sich eng aneinander legen Fig. 20.

Dieser Schleudermechanismus ist nun in eigenthümlicher Weise in dem complicirten anatomischen Bau der Kapselklappen, wie er sich z. B. bei *Viola multifida* findet, folgendermassen begründet. An jeder Klappe, von der Fig. 19 einen Querschnitt darstellt, sind hier zwei Theile zu unterscheiden, ein mittlerer mit starkem Durchmesser, der die Placenta trägt und in welchem hauptsächlich der Schleudermechanismus liegt, und die beiden seitlichen Flügel mit schmalerm Durchmesser. Die ganze Klappe, sowohl im Mittelstück als an den Flügeln, zeigt aussen 5—6 Lagen parenchymatischer etwas quergestreckter, dünnwandiger, chlorophyllhaltiger Zellen Fig. 19 p. An diese Schicht schliesst sich dann an dem äusseren Theil der Flügel eine Schicht von mehreren Reihen längsgestreckter, verdickter geporter Zellen, Fig. 19 l, auf welche dann zuinnerst eine Lage gleicher Zellen, q, folgt, die aber horizontal gestreckt sind. Anders verhält sich der Bau des mittleren wulstigen Klappentheils: hier liegt zuinnerst die aus ganz

1) L. C. Treviranus, Pflanzenphysiologie II. p. 501.

dünnwandigen Elementen gebildete etwas hervortretende Placenta, deren dünnwandige Zellen auch nach rechts und links auf die Innenseite der Klappen sich etwas erstrecken. An diese Region dünnwandiger Zellen schliesst sich dann, den Haupttheil des mittleren Klappenstückes bildend eine Region von etwas länglichen gepornten Zellen, Fig. 19b, die derartig aneinander gereiht und zwischen einander geschoben sind, dass sie ein Gewebe bilden, in welchem die Längswände der Zellen in Bogenlinien liegen, die von der dünnwandigen Placentaregion rechts und links nach den Klappen zu ausstrahlen, wo sie, allmählig verdickter werdend, sich an die dort liegenden verdickten Elemente anschliessen. Auf diese strahlende Zellregion folgt dann eine solche von stark verdickten, quergestreckten Zellen in mehreren Lagen, und an diese schliesst sich endlich das schon oben erwähnte chlorophyllhaltige Parenchym Fig. 19p. Dieser eigenthümliche Bau bringt nun in ziemlich complicirter Weise die bei der Eintrocknung zu beobachtenden Erscheinungen mit sich. Die dünnwandigen Elemente der Placentaregion, Fig. 19pl., ziehen sich stark zusammen und würden vielleicht schon allein das Zusammenklappen der Klappenflügel herbeiführen können, aber es wird dieses Zusammenklappen ferner noch dadurch ermöglicht, dass sich an die Placentaregion die bogig gestellten Zellen anschliessen, bei denen die Biegung nun noch eine stärkere werden kann, was beim Nichtvorhandensein dieser Zellen nicht so leicht geschehen würde, indem dann die Eintrocknung der äusseren Parenchymschicht, Fig. 19p., die Klappen wahrscheinlich zur entgegengesetzten Umbiegung bringen würde. Diese, durch die Mittelregion der Klappen verursachte Gegenüberbiegung ihrer Flügel schreitet nun bei stärkerer Eintrocknung immer weiter und weiter vor, und diese Klappenflügel üben endlich einen solchen Druck auf die Samen, dass diese von der Placenta losreissen, und hervorglitschen, wobei sie in eine Entfernung von mehreren Schritten um die Kapsel herum vertheilt werden.

Gerade so vortheilhaft wie bei *Momordica Elaterium* die Frucht mit ihrer Spitze nach dem Erdboden zu gerichtet ist, so ist hier die umgekehrte Stellung die für die Samenverbreitung geeignetste; blieben die Kapseln in ihrer ursprünglichen Lage, so würden die Samen in nächster Nähe auf den Erdboden geschleudert werden.

Dass übrigens bei den samenschleudernden *Viola*-Früchten es der Wechsel von dickwandigen Zellen mit dünnwandigen ist,

welcher das Schleudern bedingt, das geht am besten daraus hervor, dass bei den Arten, wo, wie z. B. bei *Viola odorata*, die Früchte nicht die Samen fortschleudern, die Kapselklappen zwar ganz ähnlich angeordnete Zellelemente zeigen, wie dies so eben von *Viola multifida* beschrieben, dass hier aber alle Zellen dünnwandig sind, ebensowohl die der Placentaregion wie diejenigen, welche sich in bogiger Anordnung daran schliessen und wie auch die der Klappen. In Folge dieser gleichmässigen Zartwandigkeit der Klappenelemente ziehen sich die Klappen nach dem Oeffnen der Kapsel mit ihren Rändern nicht zusammen und die Samen fallen einfach aus ihnen auf den Boden. Bei diesem Verhältniss ist die Samenverbreitung natürlich bedeutend beeinträchtigt, die Pflanze hat aber dadurch eine Kompensation, dass sie mit Ausläufern in grosser Schnelligkeit einen weiten Raum um sich herum überziehen kann.

In ähnlicher Weise, wie bei vielen *Viola*-Arten die Samen allein weggeschleudert werden, ohne dass andere Theile der Frucht zugleich losreissen und mit fortfliegen, findet ein Wegschleudern der einzelnen Samen bei vielen Leguminosen statt, von denen als Beispiel

Lupinus luteus (Taf. I. Fig. 17u, 18. Taf. III. Fig. 46).

näher besprochen werden mag. Die Hülse hat hier eine fast horizontale Stellung und ist mit der im Innern die Samen tragenden Bauchseite dauernd nach oben, also mit dem Rücken nach unten gerichtet. Zur Zeit der Reife tritt nun plötzlich mit einem starken Ruck ein Riss der Länge der Bauchnath nach auf, worauf sogleich ein anderer an der Rückennath folgt, und dieser Ruck ist so stark, dass die lose an den Placenten sitzenden Samen unter Mitwirkung der zugleich stattfindenden Drehung der Klappen fast alle nach oben und aussen bis zu einer Entfernung von 10 Schritt fortgeschleudert werden. Gleich bei diesem Aufspringen fangen die Klappen der Hülse, wie schon angedeutet, an, sich pfofpenzieherartig aufzudrehen, die von der Bauchnath aus gesehen rechts liegende links, die links liegende rechts um, also die vom Rücken, Fig. 46r, aus gesehen rechts liegende rechts, die linke links. Die Windungen werden dabei allmählig enger und enger und wenn nun bei dem Aufspringen der Hülse — was in der Natur nur selten geschehen dürfte — noch einige Samen an den Klappen sitzen geblieben sein sollten, so werden diese schliesslich durch die enger werdenden Windungen mit einem Ruck weit hervorgeschnellt.

Diese Verhältnisse sind nun in folgendem Bau der Hülse begründet. An der nach oben gerichteten Bauchnath, welche von den sie umgebenden Theilen der Klappen durch eine seichte Furche sowohl innen wie aussen ausgezeichnet ist, liegen rechts und links von diesen Furchen zwei starke Gefässbündelstränge, an denen der Basttheil, auf dem Querschnitt wurstförmig erscheinend, Fig. 17b, sehr stark ausgebildet ist, während die Gefässe und die dazwischen liegenden Zellen, g, keine merkliche zur Haltbarkeit dienende Verdickung zeigen. Zwischen beiden Gefässbündelsträngen verläuft von Aussen bis nach Innen eine mehrere Zelllagen breite Schicht von Collenchymzellen, die zwar nicht leicht bei ihren Eckverdickungen sich von einander lösen, durch welche aber doch eine Stelle zwischen den beiden Baststrängen hervorgebracht ist, an welcher später ein Riss erfolgen kann. Gerade der Umstand, dass diese Rissstelle nicht von ganz zartwandigen, leicht sich voneinander lösenden Zellen gebildet wird, ist von Wichtigkeit, indem nun ein stärkerer Widerstand durch die beim Eintrocknen eintretenden Spannungsverhältnisse zu überwinden ist, so dass bei dieser endlichen Ueberwindung ein starker Ruck, der die Samen wegschleudert, eintreten muss. Einen ähnlichen Bau zeigt die Rückennath, Fig. 18. Unter der dort gleichfalls befindlichen Einbuchtung liegt ein Gefässbündelstrang, der Mittelnerv des Fruchtblattes, welcher in seiner Mitte nur durch einen schmalen Streifen Collenchymgewebe getrennt ist, wodurch hier an dieser Stelle zwar auch ein Riss entstehen kann, aber nicht so leicht, wie an der Bauchnath, so dass also diese Rückennath sich erst später spaltet als die Bauchnath. Innerhalb und ausserhalb der am Rücken und Bauch verlaufenden Gefässbündel ist die Fruchtwand aus ganz dünnwandigen Zellen zusammengesetzt.

Die Hauptursache des durch den Bau der beiden Nätze ermöglichten Schleudermechanismus liegt nun im Bau der Hülseklappen. Die Innenseite dieser Klappen wird von dünnwandigen etwas bauchig ins Innere hineinragenden polyedrischen Zellen gebildet, welche für den Schleudermechanismus von keiner Bedeutung zu sein scheinen. Daran schliesst sich aber eine mehrreihige Schicht Fig. 17 u. 18h, von stark verdickten, langgestreckten prosenchymatischen Zellen, welche mit ihrer Längsrichtung zur Längsrichtung der Klappen schief gestellt sind, und zwar so, dass sie von dem hinteren Theile der Rückennath aus nach dem vorderen Theile der Bauchnath zu verlaufen. Diese hartzellige Schicht hört nun aber

beiderseits an den Stellen auf, wo sie an die Bauch- und Rückennath stösst, so dass hier nur weiche Elemente liegen, Fig. 17 u. 18. Auf die genannte Schicht folgt dann eine aus vielen Lagen gebildete Schicht von parenchymatischen dünnwandigen Zellen, welche zwar auf der Aussenseite etwas in der entgegengesetzten Richtung, wie die dickwandigen Zellen gestreckt sind, ein Umstand der jedoch bei der Weichheit derselben für den Oeffnungsmechanismus der Hülse nicht in Betracht kommt. Durchzogen ist diese Parenchym-schicht von anastomosirenden Gefässbündelzweigen, die sich einerseits an die Gefässbündel des Bauches, andererseits die des Rückens anschliessen.

Bei dem Eintrocknen der Hülsenklappen zeigt es sich nun — was bei den Früchten von *Rieinus* noch deutlicher wird — dass die äussere Parenchym-schicht für den Schleudermechanismus nicht von der zu erwartenden Bedeutung ist und nicht bei der Dünnwandigkeit ihrer Zellen bewirkt, dass bei Eintrocknung dieser die Hülsenklappen sich nach aussen umrollen. Die Eintrocknung der Parenchym-schicht bewirkt keine derartige Spannung in derselben, welche die Spannung der darauf folgenden verdickt wandigen Schicht überwinden könnte, vielmehr findet gerade das Gegentheil statt. Diese mehrschichtige Zone verdickt wandiger Zellen zeigt nämlich ein starkes Bestreben sich bei Eintrocknung zusammenzuziehen, dessen Erfolg nun aber nicht der ist, dass die ganzen Hülsenklappen sich von oben nach unten uhrfederig einrollen, vielmehr findet eine schraubige Aufdrehung statt, welche nun eben in dem zur Klappenlänge schief gestellten Verlauf der dickwandigen Zellen ihren Grund hat. Bei diesem schiefen Verlauf wäre ein Aufrollen der Hülsenklappen der Länge nach eben so schwierig, als wenn man etwa eine Strohmatten in einer zu den Strohhalmen schief gestellten Richtung aufrollen wollte. Durch diese Spannungsverhältnisse der Klappen geschieht es nun, dass endlich der Zusammenhang derselben zuerst an den dünnwandigen Stellen der Bauchnath und dann derjenigen der Rückennath aufgelöst wird, die Klappen fahren mit einem starken Ruck auseinander und folgen dabei sogleich ihrem Bestreben sich schraubig aufzurollen, und durch beides, den Ruck beim Aufspringen der Hülse und das schiefe Umrollen der Klappen, werden nun die Samen fortgeschleudert. Geregelt wird übrigens das Aufrollen der Klappen noch dadurch, dass dieselben von einem hartzelligen Rande umzogen sind, nämlich den harten Theilen der auf Rücken- und Bauchnath verlaufenden

Gefässbündel; wird von einer Hülsenklappe durch Aufweichen der Parenchymschicht eine Entfernung dieser ermöglicht und wird hierbei nicht die Berandung der Klappe abgerissen, so rollt sich diese letztere bei Eintrocknung gerade so zusammen, wie im unverletzten Zustande, während nach Entfernung der umrandenden harten Stränge die Umrollung eine etwas andere wird.

Dass durch die schiefe Aufrollung der Klappen das Fortschnellen der Samen mit bewirkt wird, kann man leicht daran sehen, dass man die mit den Samen noch besetzten schon etwas aufgerollten Klappen in ihre ursprüngliche Lage zurückdreht und dann plötzlich wieder loslässt, wobei die früher fest sitzenden Samen losreißen und weit weggeschleudert werden. Ein Zurückdrehen der schraubig aufgerollten Klappen kann man auch durch Anfeuchtung derselben hervorrufen; sie strecken sich dann ganz gerade auch nach Entfernung der Parenchymschicht, woraus am besten hervorgehen dürfte, dass die Innen liegende verdicktzellige Schicht der Sitz des ganzen Mechanismus ist..

Aehnlich wie bei *Lupinus luteus* verhält sich der Schleudermechanismus der anderen untersuchten *Lupinus*-Arten, ferner bei *Lathyrus odoratus* und ein Gleiches wird wohl bei vielen anderen Leguminosen der Fall sein. Schon Kraus¹⁾ hat einen ähnlichen Fruchtbau für mehrere Papilionaceen beschrieben, ohne jedoch auf den Zusammenhang dieses Baues mit dem Oeffnungsmechanismus der Früchte einzugehen. Abweichend wird der Bau sicherlich in den Fällen sein, wo die Hülsen sich nicht öffnen, und wo dann eine andere Vorrichtung zur Verbreitung der Samen eintritt (Fleischigsein, Zerfallen in einzelne Glieder, Besetztsein mit Haken und Stacheln etc.). Auch bei hängenden sich öffnenden Hülsen ist wahrscheinlich die Samenverbreitungseinrichtung abweichend, z. B. bei *Cytisus Laburnum*; doch liegt es nicht im Bereich der vorliegenden Untersuchungen auf diesen Punkt einzugehen²⁾. Hingegen dürfte es von Interesse sein hier eine briefliche Mittheilung von Fritz Müller über das Samengeschleuder von *Bauhinia brasiliensis* einzufügen: „Da hörte ich — schreibt derselbe in einem Briefe aus Itajahy, St. Catharina vom 13. August 1870 — am Abend wo Frost befürchtet wurde ein sonderbares Bombardement, ein rasch sich wiederholendes Knacken, als wenn dünnes Rohr im Feuer platzt,

1) Pringsheim's Jahrb. V. p. 121.

2) Man vergleiche darüber Roeper's Uebersetzung von De Candolle's Pflanzenphysiologie II. p. 238.

und dazwischen ein Geräusch als würde mit einer Hand voll kleiner Steinchen in einen Baum geworfen. Es waren zwei Bäume von *Bauhinia brasiliensis*, die ihre Samen austreuten; die aufspringenden Klappen der etwa 6 Zoll langen Hülsen rollen sich schraubenförmig auf und schleudern dabei die Samen bis über 20 Schritt weg.“ Ein ähnliches Bombardement können wir auch bei uns herbeiführen, wenn wir die verschiedenen Schleuderfrüchte im Zimmer aufstellen, wo dann im Laufe der Zeit bald gegen diese, bald gegen jene Wand eine Samengeschoss abprallt.

Gleichfalls aus der sitzen bleibenden Fruchthülle werden hervorgeschleudert die Samen von

Hamamelis virginica (Taf. II. Fig. 29).

Aus dem zweifächerigen Fruchtknoten entwickelt sich hier eine Frucht, welche in einer schwammigen äusseren Schicht zwei Steine enthält, die durch das Verholzen der inneren Wände jedes Fruchtfaches entstanden und je einen Samen enthalten. Jeder dieser Steine hat sowohl auf seinem Rücken als auf der der Fruchtscheidewand zugekehrten Seite eine Nath, an welcher der Zusammenhang seiner verhärteten Wand ein geringerer ist, als an den übrigen Stellen. Bei der Reife werden nun die Spannungsverhältnisse derartig, dass jede Steinhälfte sich mit einer kleinen Drehung nach aussen umzubiegen strebt, aber noch nicht sogleich durch diese Spannung einen Riss an den Näthen verursachen kann; dieser entsteht vielmehr erst dann, wenn die Spannung eine besonders starke geworden, wobei dann endlich jeder Stein, Fig. 29, in zwei Klappen von oben nach unten bis zur Hälfte seiner Länge aufreißt, und nun der glatte Same, da er beim Umbiegen und Drehen der Steinklappen einen starken Stoss von unten her erhält, weit hinweggeschleudert wird. Die schwammige Schicht der Frucht scheint keinen Spannungseinfluss auszuüben, sie wird nebst der gleichfalls leicht zerreisbaren Fruchtscheidewand beim Aufspringen der Steine auseinander gerissen. — Eine anatomische Untersuchung der reifenden Früchte konnte nicht angestellt werden, da der Schleudermechanismus erst an den reifen Früchten aufgefunden wurde. Analog den vorher genannten Fällen wird aber wohl an der Rissstelle der Steine ein Strang von Zellen liegen, die weniger verdickt sind als die der Umgebung. Wenn einmal die beiden Klappen der Steine oben auseinander gewichen sind, so ist es

nicht mehr möglich dieselben in ihre frühere Lage durch einen Druck zurückzubiegen, wohl kann man aber dieses Zurückbiegen allmählig dadurch bewirken, dass man die Frucht anfeuchtet.

Wenden wir uns nunmehr zu solchen Fällen, bei denen nicht die einzelnen Samen aus der fest sitzen bleibenden Fruchthülle herausgeschleudert werden, sondern wo diese selbst, wenigstens zum Theil sich mit löst. Hier treten dann noch wieder weitere Verschiedenheiten und Abstufungen in der Weise hervor, dass in den einen Fällen die Samen aus dem geschleuderten Fruchttheil selbst hinausfliegen und nicht mit ihm im Zusammenhang bleiben, während in anderen selteneren Fällen der Samen in dem geschleuderten Fruchtstück dauernd fest sitzt. Lassen wir diese letzteren einstweilen bei Seite und wenden uns zu den ersteren, so haben wir hier solche Fälle zu verzeichnen, wo entweder die ganze Frucht sich löst und fortgeschossen die Samen weg-schleudert, oder wo bei dem Schleudern noch Theile der Frucht sitzen bleiben. Zu letzteren Fällen gehören besonders die Diosmeen, von denen wir

Coleonema album (Taf. III. Fig. 40 u. 41)

näher besprechen wollen. Es dürfte sich der Kürze halber empfehlen hier den Schleudermechanismus zugleich mit dem ihn bedingenden anatomischen Bau der Frucht zu untersuchen. Die Frucht ist fünf-lappig, die einzelnen Lappen hängen nur in der Mitte zusammen und haben auf dem Querschnitt ungefähr eine rhombische Gestalt, Fig. 40, jedes Theilstück enthält einen einzelnen Samen mit glänzender sehr glatter Oberfläche. In der Fruchtwand, welche diese Samen eng umschliesst, sind zwei ganz verschieden gebaute Schichten zu unterscheiden, eine äussere breitere, welche aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen zusammengesetzt ist und hier und da kugelige Oelbehälter besitzt, und eine innere etwas schmalere, die aus stark verdickten in die Länge gezogenen von oben nach unten etwas schief verlaufenden Zellen besteht. Diese innere Schicht gränzt ohne Uebergangszellen scharf an das Parenchym an, so dass beim Austrocknen die ganze äussere weiche Schicht sich von der inneren harten löst, die als eine papierartige Masse erscheint. Diese innere harte Schicht erleidet nun in jedem Fache an der dem Centrum der Frucht zugekehrten Seite, wo die Placenta mit den Samen in das Fach hineinragt, eine Unterbrechung, und es liegen an dieser Stelle ganz dünnwandige Zellen, so dass hier

leicht ein Längsriss erfolgen kann. Ebenso ist an der oberen horizontalen Kante jeder Theilfrucht eine kleine Unterbrechung der harten Schicht wahrzunehmen, Fig. 41, über welche eine Rinne in der weichen Schicht sich befindet, so dass hier gleichfalls beide Schichten leicht durchrissen werden können. Endlich ist die harte Zellschicht auf dem Rücken jedes Fruchtlappens zwar nicht unterbrochen, jedoch um ein bedeutendes verschmälert, so dass hier auch die Möglichkeit eines Aufreissens gegeben ist, aber derartig, dass dies Aufreissen erst nach dem Aufreissen der zwei anderen Seiten eintreten kann. Nach diesem anatomischen Bau erfolgen also in jedem Fruchtlappen, der sich gleichzeitig durch Eintrocknung in die harte und weiche Schicht scheidet, zur Fruchtreife mit Leichtigkeit zwei Risse, der eine senkrecht in der Nähe des Fruchtcentrums, der andere horizontal an der oberen scharfen Kante jedes Fruchtlappens, während auf dem Rücken das Aufspringen desselben mehr erschwert ist. Zu gleicher Zeit löst sich die Gesammtheit der Fruchtlappen von dem Centrum der Frucht dadurch ab, dass in dasselbe die inneren Enden der parenchymatischen Schicht genannter Fruchtlappen mit stark verdickten senkrecht gestellten Zellen hineinragen, Fig. 40. Durch Eintrocknung lösen sich also alle weichen Theile von allen harten an den beschriebenen Stellen ab, so dass nun, wenn die Frucht sich von oben beginnend geöffnet hat, in der äusseren weichzelligen Hülle die 5 hartzelligen Theilkapseln je mit einem Samen frei und lose da liegen. Bei den weiteren Eintrocknungsverhältnissen presst nun die stark sich zusammenziehende äussere Schicht immer stärker auf die inneren hartwandigen Theilkapseln, bis sie dieselben endlich aus sich nach oben herausdrückt. Diese haben nun aber weiter bei dem schiefen Verlauf ihrer Zellen derartige Spannungsverhältnisse, dass sie, wenn sie dem Drucke, in welchem sie sich bis dahin nach aussen befanden, entgangen sind, von oben her nach rechts und links auseinanderklappen, während sie an dem unteren Theile ihres Rückens vereinigt bleiben, durch welche Art des Oeffnens nun plötzlich ein derartiger Druck von unten her auf die glatten Samen ausgeübt wird, dass diese mit Leichtigkeit hervorglitschen und eine Strecke weit fortgeschleudert werden. Nach dem Fortspringen der harten Theile der Frucht mit den Samen ziehen sich die äusseren ursprünglich weichen nach innen zu ganz stark und eng zusammen, woran man am besten den Druck erkennen kann, den sie vorher auf die inneren harten, nun hinausgepressten Schichten ausübten.

Bei *Dictamnus Fraxinella* ist die Schleudereinrichtung, deren anatomischer Bau jedoch nicht näher untersucht wurde, eine ganz ähnliche wie bei *Coleonema album*. Jeder der 5 Fruchtlappen platzt an der Spitze der Länge nach in seiner äusseren weichen Schicht auf, und es liegen nun die 5 Theilfrüchte mit ihrer papierartig hornigen Membran frei und lose in der äusseren Fruchtwand. Allmählig platzen auch sie von ihrer Bauchnath aus auf, durch die Eintrocknungsverhältnisse wird der Druck, den ihre auseinander zu klaffen strebenden Wände auf die ihrerseits nach innen drückende Aussenwand der Frucht ausüben, endlich so stark, dass die Theilfrüchte hervorspringen und nun bei plötzlicher Befreiung ihren Spannungsverhältnissen folgend die glatten Samen, welche hier zu mehreren beisammen liegen, fortschleudern. Bemerkenswerth ist hier noch, dass der Fruchtknoten in der Blüthe und die reifende Kapsel an der Pflanze mit ihrem Gipfel nach abwärts gerichtet sind, während sie zur Reifezeit sich aufrichten. Durch diese Aufrichtung wird es ermöglicht, dass die Samen nach allen Seiten hin im Bogen fortgeschleudert werden, während, wenn die Fruchtspitze nach unten läge, sie in direkter Linie auf den Boden abgeschossen, also nur in nächster Nähe verbreitet werden würden.

Auch eine grosse Anzahl von Euphorbiaceen ist mit Schleuderfrüchten versehen, die derartig sind, dass sie sich in meistens 3 Theile (cocci) spalten, wobei dann aus jeder Theilfrucht bei ihrem Loslösen der Same hinausgeschossen wird; nur eine Mittelsäule der Frucht bleibt stehen. Neben *Hura crepitans* dürfte die Gattung

Ricinus (Taf. II. Fig. 27 u. 28)

das beste Beispiel dieser Schleudereinrichtung darbieten. Die drei Theile der Frucht sitzen vor ihrem Ab- und dem unmittelbar darauf folgenden Aufspringen einer Mittelsäule der ganzen Frucht eng und fest an. Beim Eintrocknen fangen sie dann von der Basis der Frucht an sich loszulösen bis auf etwa $\frac{1}{3}$ der Fruchtlänge, wo sie noch fest aneinander sitzen bleiben. Zu dieser Zeit tritt nun durch weitere Eintrocknungsverhältnisse, die jedenfalls, wie in den vorher besprochenen Fällen im anatomischen Bau der Fruchtwand begründet sind, ein derartiger Spannungszustand in jeder Theilfrucht ein, dass die eine Seite, ähnlich wie bei den Leguminosen sich nach rechts, die andere nach links umzurollen strebt; endlich wird die Spannung dann so stark, dass die Theilfrüchte an der

Stelle, wo sie noch an der Spitze untereinander zusammen hingen, losgerissen werden, und dass nun die frei gewordene Spannkraft ein Auseinanderreißen der ganzen Theilfrucht in zwei Klappen bewirkt, welche Klappen, von der Spitze der Frucht im Aufreißen ihren Anfang nehmend, dadurch von unten her so auf den glatten Samen drücken, dass dieser weit weggeschleudert wird. Bei manchen Ricinus-Früchten ist nur ein einfaches Auseinanderfahren der Klappen von der Spitze her zu bemerken, Fig. 27, in anderen Fällen, Fig. 28, sieht man aber deutlich, dass die beiden Klappen sich rechts und links etwas schraubig aufdrehen, so dass es wahrscheinlich wird, dass auch bei den gerade erscheinenden Klappen die zur Aufdrehung führenden Spannungsverhältnisse vorhanden sind, aber wegen zu grosser Dicke der Klappen nicht so gut in Wirksamkeit treten können. Durch diese Drehung wird dann auch nicht bloss ein Druck von unten auf die Samen ausgeübt, sondern auch vom Rücken der Theilfrucht her gegen die gegenüberliegende offene Seite derselben hin, wo der Same leicht hinausfliegen kann. — Aufzuklären bliebe noch der Punkt, was es für einen Nutzen zur Samenverbreitung hat, dass die reifen Kapseln von Ricinus hängen, während die Fruchtknoten in der Blüthe und die jungen Früchte eine aufrechte Stellung einnehmen. Dieses Verhältniss muss noch näher untersucht und in seinem Nutzen erforscht werden, der, nach analogen Fällen zu urtheilen, jedenfalls vorhanden sein wird. Bemerket sei noch, dass bei dem Schleudermechanismus die äussere parenchymatische Schicht der Früchte keine Mitwirkung zu haben scheint, indem dieselbe vor dem Aufspringen der Theilfrüchte der Länge nach in Stücken zerreisst und hierbei keinen Druck mehr auf die harten Theile der Kapsel ausüben kann. Diese Unwichtigkeit der Parenchymschicht giebt es an die Hand, dass auch in solchen Fällen, wo dieselbe, wie bei den Leguminosen, nicht zerreisst, sie bei dem Schleudermechanismus eine untergeordnete Rolle gegenüber der Schicht dickwandiger schief verlaufender Zellen spielen wird.

Während bei den bis dahin besprochenen trockenen Schleuderfrüchten der Mechanismus derartig eingerichtet ist, dass beim Abspringen der Samen und ihrer Umbüllung noch immer ein Theil der Frucht stehen bleibt, so haben wir andere Fälle zu verzeichnen, wo die Frucht in ihrer Ganzheit mit den Samen davon springt, von welchen Fällen wir zuerst die Gattung

Collomia (Taf. III. Fig. 42—45)

besprechen, deren Arten alle die Samen und Kapseln weit weg-schleudern, und als Ursache hierzu auch einen untereinander ähnlichen Fruchtbau haben. Die Kapsel, z. B. von *Collomia gracilis*, welche im unteren Theile vom bleibenden glockigen Kelch eng eingeschlossen wird, ist in ihrem oberen Theile schwach dreilappig; die drei vertieften Rinnen entsprechen den drei Scheidewänden, während die Mitte der drei Lappen zugleich die Mitte jedes, einen einzelnen Samen enthaltenden Faches ist. Zur Zeit der Reife und Eintrocknung der Kapsel entstehen an diesen drei Linien, Fig. 42r, Längsrisse, ferner reißen die Scheidewände an einer Stelle der Länge nach durch, Fig. 42 bei a, welche etwas näher der äusseren Wand der Kapsel als dem Centrum dieser liegt, so dass wir hier eine Form einer *Capsula septifraga* haben. Bei diesem Aufreißen findet nun noch kein Hervorschleudern der Samen statt, sondern dieselben liegen nunmehr nur offen in ihren Fächern da. Bei Kapseln, die sich in diesem Zustande befinden, kann man aber bei fortgesetzter Eintrocknung bald den Schleudervorgang erwarten. In Folge der Austrocknungsverhältnisse haben nämlich die Kapselklappen, welche im Querschnitt die Form eines von vorne gesehenen Vogels mit ausgebreiteten Flügeln besitzen, das Bestreben, mit ihren Flügelrücken sich nach aussen zu nähern, werden aber an dieser Annäherung dadurch gehindert, dass der feste Kelch die Kapsel, besonders unten, eng umgiebt. Die Folge hiervon ist, dass die Kapselklappen mit ihrem mittleren Theil nach dem Centrum der Frucht gedrückt werden und eine Stellung einnehmen, wie sie Fig. 42 in dem punktirten Umriss andeutet. Endlich wird der Druck, den die sich noch mehr umzubiegen strebenden Klappenflügel auf den Kelch ausüben, so stark, dass durch denselben die Kapsel an ihrem Grunde abreist und nun plötzlich der Druck der Klappenflügel gegen den Kelch derartig zur Geltung kommt, dass durch ihn die ganze Kapsel hervorgeschnellt wird, wobei die Samen, die nur lose in den Fächern liegen, bis über 5 Schritt im Umkreise der Pflanze fortgeschleudert werden. Dass dieselben früher durch den von dem Kelch auf die Klappen ausgeübten Druck eingeklemmt lagen, kann man daran sehen, dass sie trotz der Umdrehung der schon mit Rissen geöffneten Kapsel nicht herausfallen, während dies geschieht, sobald der Kelch an einer solchen Kapsel entfernt worden. Es werden hiernach sowohl die Kapsel wie die Samen aus

dem stehenbleibenden Kelch hervorgeschleudert, und dies findet normal in den meisten Fällen statt. Hingegen beobachtet man auch solche Fruchtstände, bei denen die Kapseln ohne Samen noch in den Kelchen stecken. In diesen Fällen ist nämlich die Spannung der Klappenflügel nicht stark genug gewesen, um die Kapsel an ihrem Grunde loszureissen, hat aber doch hingereicht um auf die Samen einen solchen Druck auszuüben, dass dieselben zwischen den glatten Kapselflügeln hervorgeglitscht und so in einige Entfernung fortgeschleudert sind.

Ermöglicht werden nun diese Schleudererscheinungen durch folgenden anatomischen Bau der Kapsel. Die drei Scheidewände haben in etwa $\frac{3}{4}$ ihrer ganzen Breite, von dem Centrum der Kapsel ab gerechnet, eine Einschnürung, Fig. 42 bei a; der von dieser Einschnürung nach dem Centrum der Kapsel hin liegende Theil besteht aus horizontal gestreckten, dünnwandigen Zellen und trocknet später zu einer papierartigen Membran zusammen. Der äussere verbreiterte Scheidewandtheil hat der Länge der Kapsel nach gestreckte, dickwandige Zellen, welche sich eng an die verdickten Elemente der Kapselwand anschliessen. Durch diesen Gegensatz in der Zellstreckung und Zellverdickung an der ausserdem verschmälerten Stelle der Scheidewand ist nun das Aufreissen derselben an diesem Orte gut vorbereitet. Die anderen Risse der Kapsel, welche auf dem Rücken der drei Lappen, Fig. 42 bei r, entstehen, sind in der Weise ermöglicht, dass hier eine Region von unverdickten Zellen liegt, welche sich von dem Bau der sich daran schliessenden übrigen Kapselwand, also durch die Dünnwandigkeit ihrer Zellen, besonders auszeichnet. Diese Kapselwand, welche die Flügel der Kapselklappen ausmacht, ist nun aus drei Zelllagen, Fig. 45, gebildet, von denen die aussen und innen aus horizontal gestreckten sich nicht verdickenden Zellen besteht; die Zellen der mittleren Lage hingegen sind etwas von Innen nach Aussen gestreckt, also pallisadenartig gestellt, und besitzen geschlängelte Seitenwände, Fig. 44. Diese Seitenwände, sowie die Aussenwände sind nun stark mit einer leicht quellbaren, also bei Trockenheit stark sich zusammenziehenden Substanz verdickt, welche Verdickungsmassen von dem inneren Theil der seitlichen Zellwände nach dem äusseren derartig zunehmen, dass die Scheidewände je zweier benachbarter Zellen auf dem Querschnitt eine dreieckige mit der breiten Basis nach aussen gerichtete Verdickungsmasse zeigen, gerade so, wie dies von verschiedenen Aloe-Arten

in mehreren anatomischen Abhandlungen in Bezug auf die Oberhaut sich dargestellt findet. Die bei Eintrocknung sich stark zusammenziehende Verdickungsmasse liegt also auf der Aussenseite der Kapselwand, also auch der Klappenflügel, und es wird hierdurch bewirkt, dass diese letzteren bei der Eintrocknung das Bestreben zeigen sich nach aussen zurückzubiegen, durch welches Bestreben, da demselben der eng anliegende Kelch hinderlich ist, der mittlere Klappentheil, wie schon angeführt worden, nach dem Centrum der Kapsel und gegen die Basis der Samen hin gedrückt wird. Diese Umbiegungsverhältnisse der Klappenflügel kann man unter dem Mikroskop durch wechselndes Eintrocknen und Anfeuchten eines feinen Querschnittes erproben: bei trockenen Kapselklappen springt der mittlere Theil derselben in spitzem Winkel heraus, Fig. 42 der punktirte Umriss, während er nach Anfeuchtung wieder in die Mitte der die Spitzen der Klappenflügel verbindenden Linie zu liegen kommt, und man das Einnehmen dieser Lage als Folge des Aufquellens der genannten Verdickungsschichten leicht wahrnehmen kann. Durch diesen Eintrocknungsmechanismus werden also endlich die Samen an ihrer Basis derartig gedrückt, dass sie nach oben hin hervorglitschen, während die Kapsel selbst an ihrer Basis sitzen bleibt oder — und zwar geschieht dies in den meisten Fällen — es wird mit den gleichen Mitteln die ganze Kapsel an ihrem Grunde losgerissen, was dadurch ermöglicht wird, dass an diesem Grunde die verdickten Elemente der Kapselwände sich nicht nach abwärts in den Fruchtstiel fortsetzen, sondern nach der Mittelsäule der Kapsel umbiegen, Fig. 43, so dass nun der Kapselgrund vollständig aus zartwandigen Zellen zusammengesetzt ist, welche beim Drängen der eintrocknenden Kapselwände gegen den Kelch leicht zerrissen werden.

Wie gut dieser Samenverbreitungsmechanismus wirkt, kann man leicht bei *Collomia grandiflora* sehen, wo zur Herbstzeit eine kleine Gruppe dieser Art in einem Umkreise von 10—12 Schritt Durchmesser mit jungen Pflanzen bedeckt ist.

Interessant dürfte es sein die Frucht von *Gilia inconspicua* — mit der andere *Gilia*-Arten im Wesentlichen übereinstimmen — welche keinen Schleudermechanismus besitzt, in ihrem von *Collomia* abweichenden Kapselbau kurz darzustellen. Die Kapselwände sind hier zwar ähnlich gebaut wie bei *Collomia*, jedoch ist die ganze Kapsel fast bis zur Spitze von dem Kelch eingeschlossen und ausserdem stehen die verdickten Theile der Kapselwände in direkter

Verbindung mit denen des Kelches und des Stengels, so dass ein Abreißen der Kapsel an ihrer Basis nicht möglich ist. Compensation für diesen Mangel des Schleudermechanismus bietet der Umstand, dass die einzelnen Samen zahlreich in jedem Fache und kleiner als bei *Collomia* sind, so dass sie leichter durch den Wind verbreitet werden können.

Eine besonders bemerkenswerthe Pflanzenfamilie, bei welcher in ausgezeichneter Weise an den Früchten ein derartiger Mechanismus sich findet, dass diese Früchte beim Austrocknen in ihrer Ganzheit am Grunde losreißen, dabei aufspringen und die Samen fort-schleudern — ist die der *Acanthaceen*, von welchen

Acanthus mollis (Taf. I. Fig. 15 u. 16)

näher besprochen werden mag. Der Haupthalt und die Hauptstärke der Frucht liegt hier wie bei allen *Acanthaceen* in den im Centrum der Frucht sich begegnenden Placenten, von denen dann rechts und links die Samen in die beiden Fruchtfächer hineinragen, Fig. 15. Diese beiden Placenten zeigen an ihrer Begegnungsstelle ein zartwandiges sie verbindendes Zellgewebe, a, darauf folgt jederseits eine Zone stark verdickter langgestreckter Zellen, b, von welcher die Samenstränge entspringen, die ihrerseits selbst aus sehr harten Zellelementen bestehen. Auf diese harte Schicht folgt dann wieder eine weichzellige Zone, c, und auf diese eine sehr breite Zone dickwandiger Zellen, d, die der Fruchtscheidewand eine ganz enorme für das Messer schwer zu überwindende Härte verleihen. An diese Zone schliesst sich endlich ein Parenchym und darauf die Epidermis. Die dünnen äusseren Wände der Fruchtfächer zeigen an den zwei mit den Placenten abwechselnden Stellen je ein aus dünnwandigen Elementen gebildetes Gefässbündel, welches aber beiderseits von einem Strange stark verdickter Zellen, e, umschlossen wird, während an seiner Aussen- und Innenseite parenchymatische Gewebe sich befinden. An dieser Stelle tritt nun in Folge des beschriebenen Baues beim Eintrocknen der Kapsel zuerst ein Riss der Länge nach mit Leichtigkeit ein, und die Kapselfächer gehen rechts und links so weit auf, dass man in ihrem Inneren die Samen liegen sehen kann. Der Schleudermechanismus wird also allein durch die Scheidewand hervorgebracht. Diese befindet sich durch die Eintrocknungsverhältnisse in einer solchen Spannung, dass ihre beiden Theile von unten her sich nach aussen umzubiegen streben. Diese Spannung kann aber nicht sogleich in Wirksamkeit

treten, weil die Kapsel am Grunde stark befestigt ist; endlich wird aber doch die Spannung der Placenten so stark, dass sie die Kapsel vom Grunde losreisst und nun lösen sich die beiden Placenten mit einer solchen Schnellkraft von einander, dass sie sowohl selbst ein Stück fortspringen, als bei diesem Springen den an ihnen befestigten grossen Samen ein beträchtliches Stück, bis zu 6 Schritt, wegschleudern. — Bemerkenswerth ist noch, dass die Samen gerade nach entgegengesetzten Richtungen beim Abspringen der Kapsel fortgeschleudert werden, so dass, wenn diese Schüsse in einem kleinen Zimmer abgefeuert werden, die zwei grossen Samen gegen die entgegengesetzten Wände desselben anprallen.

Ganz ähnlich stellte sich der Kapselbau an *Ruellia strepens* dar, und die Schleudereinrichtung dürfte bei allen *Acanthaceen* auf dem so eben besprochenen Princip beruhen.

Gleichfalls einen derartigen Mechanismus, wo beim Austrocknen der Frucht diese in ihrer Ganzheit abreisst und die Klappen beim Auseinanderfahren die Samen fortschleudern finden wir bei

Eschscholtzia californica (Taf. II. Fig. 30 u. 31)

deren Kapselbau zwar Kraus¹⁾ schon mit einigen Worten beschrieben, aber ohne auf den Schleudermechanismus aufmerksam zu machen. Hier sind beim Eintrocknen der schotenartigen Frucht die beiden Klappen wegen ihres sogleich zu besprechenden anatomischen Baues in einer derartigen Spannung, dass sie sich von unten her nach aussen umzubiegen streben, welches Umbiegen aber dadurch verhindert wird, dass die Kapsel am Grunde fest sitzt. Diese Befestigung wird aber schliesslich durch noch grössere Spannung überwunden, und nun reisst die Kapsel am Grunde los, die beiden Klappen springen von unten her auseinander, wobei sie selbst ein Stück sich fortbewegen, aber namentlich die in ihnen in einer Reihe liegenden Samen nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin fortschleudern. Bemerkenswerth ist, dass ähnlich wie bei der an *Cardamine hirsuta* besprochenen Einrichtung die Samen hier verschieden weit fliegen müssen, indem die zu unterst sitzenden in einem weiteren Bogen und mit grösserer Vehemenz fortfliegen als die höher sitzenden, so dass hier also eine Vorkehrung getroffen ist, durch welche die Samen sich nicht etwa nur in einem Zirkel um die Pflanze herum verbreiten, sondern auf der ganzen von diesem Zirkel eingeschlossenen Fläche sich vertheilen.

1) l. c. pag. 119.

Der anatomische Bau der Kapsel ist nun folgender. Jede Fruchthälfte hat 5 nach aussen hin stark, und dazwischen 4 schwach oder kaum hervortretende Längsrippen, welchen im inneren Bau 5 starke und 4 schwache Gefässbündel entsprechen, Fig. 30, von denen namentlich die ersteren einen sehr starken Basttheil besitzen; ausserdem liegt dieser Basttheil fast unmittelbar unter der Epidermis, die Zone ausserhalb der schwächeren Gefässbündel wird hingegen von einem zartwandigen Gewebe eingenommen, dessen dicht unter der Oberhaut liegende Schichten ziemlich stark mit Chlorophyll versehen sind und in ihren Elementen dicht aneinander schliessen, während die folgenden chlorophyllärmeren Zellen zwischen sich grosse Luftlücken lassen und daher ein schwammartiges Gewebe bilden, welches übrigens in den einen Kapseln mehr, in den anderen weniger hervortretend ausgeprägt ist. Die Zone zwischen den Gefässbündeln wird entweder von dünnwandigen kubischen Zellen eingenommen, oder auch in einzelnen Fällen von solchen, die schwach verdickt und dabei geport sind. Innerhalb des Gefässbündelkreises besteht die Kapsel endlich aus Parenchym, in welchem die Samen etwas eingebettet liegen, mit einer Spaltöffnungen tragenden Epidermis. Dieses innere Parenchym übt beim Eintrocknen der Kapselwände keine Spannkraft aus, sondern zerreist in Fetzen, während hingegen das äussere ohne zu zerreißen sammt der Epidermis stärker sich zusammenzieht, als die Elemente des Gefässbündelkreises, so dass jede Klappe das Bestreben hat sich nach aussen umzubiegen. Zu gleicher Zeit findet nun aber auch eine Zusammenziehung der äusseren Parenchymschichten, namentlich des schwammigen Gewebes in horizontaler Richtung statt, und die Folge davon ist, dass die Klappenränder, bei der dadurch hervorgebrachten Annäherung der Gefässbündel sich nach innen zu etwas einrollen, ein Verhältniss, durch welches die Samen zwar etwas hervorgedrückt aber zugleich auch eingeklemmt werden und in dieser Weise beim Abspringen der ganzen Frucht nicht sogleich direkt zu Boden fallen.

Zwischen den beiden Kapselhälften verläuft nun, im Kreise der anderen Gefässbündel stehend, noch ein weiteres Gefässbündel, Fig. 30a, — also zwei, auf jeder Seite eins — dessen verdickt-zelliger Basttheil sehr stark ausgebildet ist und eine derartige Lage hat, dass zwischen ihm und dem Basttheil der rechts und links benachbarten Gefässbündel nur ein schmaler Zwischenraum bleibt, welcher von chlorophyllhaltigem Parenchym oder chlorophyllarmem

Schwammgewebe eingenommen ist, so dass hier zwischen den drei benachbarten Gefässbündeln zwei von innen nach aussen verlaufende Streifen liegen, die ganz aus dünnwandigen Elementen zusammengesetzt sind, welche Streifen dann im Innern der Kapsel auf die Placenten zu führen, die ihrerseits von einem weiczelligen Gefässbündel der Länge nach durchzogen werden. Durch diesen Bau der an den Placenten liegenden Kapselwand ist nun das Oeffnen der Kapsel ermöglicht, indem diese beim Eintrocknen der Länge nach von oben nach unten an den beiden gegenüberstehenden Seiten aufreissen kann. In den seltensten Fällen finden jedoch diese beiderseitigen Risse, also im Ganzen deren 4, an der Kapsel wirklich statt, in Folge deren ja zwischen den Klappen die beiden Gefässbündel borstenartig frei werden würden, vielmehr ist es meistens so, dass nur einer der Risse jederseits entsteht, so dass hierdurch entweder jede Klappe an einer Seite eines dieser Bündel trägt, oder dass eine Klappe deren zwei hat, die andere keines. Für den Schleudermechanismus ist diese Verschiedenheit von keiner Bedeutung, da doch in jedem Falle beim Aufreissen der Kapsel die rechts und links an den Placenten sitzenden Samen bei ihrer Einbettung in das Parenchym rechts und links mit fortgerissen werden.

Alle diese auf das Aufspringen der Kapsel abzielenden Einrichtungen würden schwer in Wirksamkeit treten können, wenn nun nicht der Grund der Kapsel besonders konstruirt wäre. Die verdickten Elemente der in der Kapsel verlaufenden Gefässbündel gehen nämlich am Grunde der Kapsel allmählig in eine Region von kurzzelligen Spiral- und Netzgefässen über, und die Stränge dieser verlaufen schliesslich nicht senkrecht abwärts in den Stengel, sondern biegen sich nach aussen zum Kelchbecher, Fig. 31k, um und legen sich an die Gefässbündelzone dieser an, welche Zone sich ihrerseits dann mit verdickten Elementen nach unten in den Blütenstiel fortsetzt. Im Centrum der sich nach aussen umbiegenden Gefässbündel des Kapselgrundes liegt dann ferner ganz dünnwandiges Gewebe, so dass hier ein Riss vorbereitet ist. Immerhin ist aber doch eine gewisse Kraft nöthig um diesen Riss hervorzubringen, und diese Kraft geht nun eben, wie wir gesehen haben, von den Kapselklappen aus, die in ihren Spannungsverhältnissen sich nach aussen umzubiegen streben. So wird schliesslich bei Eintrocknung die Kapsel am Grunde abgerissen, die Klappen können sich hierauf von unten her (oben bleiben sie manchmal vereinigt)

nach aussen und an ihren Rändern nach Innen umrollen und durch diesen plötzlich in Gang gesetzten Mechanismus werden die Samen fortgeschleudert.

Interessant dürfte es sein die Frucht von *Glaucium luteum*, Fig. 32, welche keinen Springmechanismus besitzt in ihrem abweichenden anatomischen Bau¹⁾ kurz zu besprechen. Die schotenartige Frucht löst sich hier nicht am Grunde ab, weil ihre verdickten Gewebtheile direkt mit den gleichartigen des Stengels in Zusammenhang stehen; ferner lösen sich hier die beiden Kapselklappen je zur Seite der beiden die Placenten tragenden Mittelstücke der Kapsel ab, so dass diese beiden Placentarstreifen mit den Samen und ihren eigenthümlichen die falschen Scheidewände hervorbringenden zartzelligen Auswucherungen in der Mitte stehen bleiben. Die Ablösung der Klappen von diesen Placentarstreifen wird nun dadurch hervorgebracht, dass hier zwischen den stark verdickten und eine breite Zone bildenden Basttheilen der im Placentarstreifen verlaufenden Gefässbündel und andererseits dem chlorophyllhaltigen Parenchym der angrenzenden Kapselklappen eine Lage von krystallhaltigen Zellen, Fig. 32 a, eingeschoben ist, welche leicht sich auflöst, und dass diese Lage auf diejenige Stelle der Innenseite der Fruchtwand führt, wo die Lage verdickter Zellen, Fig. 32 h, welche dieselbe auskleidet, an der Placenta aufhört. Ausserdem ist das Loslösen der Klappen von oben her durch ein unterhalb der Narbe sich findendes dünnzelliges Gewebe vorbereitet. — Die Klappen biegen sich nun also in Folge dieses Fruchtbaues bei Eintrocknung von den Placentarstreifen ohne die Samen zurück, welche in besagten Streifen eingebettet bleiben, so dass sie von hier nach und nach durch den Wind losgerissen und verbreitet werden.

Während wir in dem Vorhergehenden solche Fälle von Schleuderfrüchten betrachteten, wo entweder nur die Samen aus der stehen bleibenden Fruchtwand hinweggeschleudert werden, oder wo zwar noch andere Theile der Frucht ausser den Samen abspringen, aber doch aus diesen abspringenden Theilen die Samen frei hervorgeschleudert werden, so haben wir nun noch derartige Fälle zu besprechen, wo die einzelnen Samen beim Wegschleudern nicht frei werden, sondern fest in den Fruchtwänden eingeschlossen bleiben. Das am besten zu beobachtende Beispiel dieser Art bietet die Gattung *Erodium*, von welcher wieder nun das

1) Man vergleiche auch Kraus l. c. p. 118.

Erodium Gruinum (Taf. III. Fig. 33—37)

wegen seiner grossen Früchte sich am besten zur Untersuchung eignet. Dass bei den Erodium-Arten die Theilfrüchte in eigenthümlicher Weise sich in den Boden bohren, ist eine bekannte Sache und schon von August und Hanstein¹⁾ näher besprochen, weniger dürfte es bekannt sein, dass diese Theilfrüchte nicht direkt auf den Boden fallen, sondern in ziemliche Entfernung von der Mutterpflanze hinwegschnellen. Wenn die Früchte reif werden so lösen sich bei allmäliger Eintrocknung die den Samen tragenden 5 Theile derselben von unten her los, bleiben einstweilen aber noch mit dem Rande ihrer nach oben gerichteten Schwänze untereinander verbunden und ebenso an der Innenseite dieser letzteren mit der später stehen bleibenden Mittelsäule des ganzen Fruchtschnabels, von dem sie einen Theil ausmachen. Endlich überwindet jedoch bei weiterer Eintrocknung die hierdurch hervorgebrachte Spannung, bei welcher die Schwänze sich nach aussen umzubiegen streben, sowohl den Zusammenhang dieser Schwänze untereinander, als mit der Mittelsäule des Schnabels, und nun springen diese Theilfrüchte, deren unteres Stück den Samen fest umschliesst, rings umher in einer Entfernung bis zu 5 Schritt mit grosser Elasticität auseinander. De Candolle²⁾ meint, dass der Wind die genannten Theilfrüchte verbreite, nachdem durch das Auseinanderspreitzen ihrer Haare sie sich von der Mittelachse abgelöst; das elastische Abspringen scheint derselbe also nicht beobachtet zu haben.

Dieser Schleudermechanismus ist wieder im Bau der Frucht vorbereitet. Noch ehe die Blüthe aufgeht ist in dem Schnabel des Fruchtknotens die Fortsetzung der 5 Fruchtknotenhöhlungen, welche an centralen Placenten je 2 Samenknospen enthalten, fast bis zum Gipfel des genannten Schnabels zu verfolgen, wo sie in das unter den Narben liegende leitende Gewebe übergehen. Diese 5 Höhlungen im Schnabel haben auf dem Querschnitt, Fig. 33, eine halbmondförmige Gestalt, und es zeigt sich auf ihrer konvexen Seite schon der Beginn einer Haarbildung. Das Centrum des Schnabels ist von einem parenchymatischen dünnwandigen Gewebe eingenommen, wie überhaupt alle Zellen eine ziemlich gleiche Gestalt und keine

1) Verb. d. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westph. 1868, Sitzungsber. p. 95.

2) Roepers Uebersetzung II. p. 243.

Verdickung zeigen. In der Blüthe ist darauf eine centrale Höhle im Schnabel durch Resorption der dort liegenden dünnwandigen Zellen entstanden, die Pollenschläuche wachsen aber nicht in dieser hinab, sondern dringen von den Narbenpapillen aus durch eine kurze Strecke geschlossenen Gewebes direkt in die 5 zu den unteren Fruchtknotenhöhlungen führenden Gänge des Schnabels, in welchen letzteren nunmehr die Haarbildung auf der konvexen Seite weiter fortschreitet. — Hat die Frucht beinahe ihre endgültige Grösse erreicht, so haben sich bis zu dieser Zeit alle beschriebenen Theile stärker ausgedehnt, namentlich aber die 5 Kanäle, wodurch nun der Schnabel fünffächerig erscheint, Fig. 34, was früher nicht so hervortrat. In der Ausbildung der einzelnen Gewebe hat sich ferner bis zu dieser Zeit eine Zone von 5, auf dem Querschnitt etwa wurstförmigen Zellparthien, Fig. 34h, ausgebildet, von den halbmondförmigen Höhlungen je nach aussen liegend. An der Aussenseite dieser 5 Zellparthien verläuft in der Mitte je ein Gefässbündel, ebenso verlaufen in den 5 Scheidewänden des Schnabels je 2 in einiger Entfernung von einander radial gestellte Gefässbündel. Alle diese 15 Bündel zeigen keine stark verdickten Elemente. Nunmehr findet schliesslich eine starke Verdickung der Zellen statt, welche die 5 genannten auf dem Querschnitt wurstförmig erscheinenden Parthien, Fig. 34h, ausmachen, und diese Verdickung schreitet fast bis zum Verschwinden des Zelllumens fort, so dass diese Stränge eine grosse Festigkeit erhalten und der Eintrocknung gut widerstehen können. Nach aussen sind sie von einer aus mehreren Zelllagen gebildeten Parenchymschicht bedeckt, und nach Innen liegen an ihrer dort freien Mitte einzellige Haare von verschiedener Länge, welche zu den bei dem Einbohren der Theilfrüchte in den Erdboden eine Rolle spielenden Borsten heranwachsen. Beiläufig mag erwähnt werden, dass diese Haarzellen eigenthümliche Verdickungsverhältnisse zeigen: ihre Wände verdicken sich nämlich nicht von Anfang an gleichmässig, sondern in Längsstreifen, Fig. 35 u. 36; doch verschwindet allmählig diese Streifenbildung bei weiterer Verdickung, so dass diese schliesslich auf allen Seiten eine gleichmässig starke ist, Fig. 37. — An ihren beiden Seiten grenzen die hartzelligen Stränge an das dünnwandige Parenchym der Schnabelscheidewände, Fig. 34.

Durch diese Verhältnisse ist nun das Abspringen der äusseren Schnabeltheile bedingt: beim Eintrocknen zieht sich die äussere Parenchymschicht schneller und stärker zusammen als jedes ihr

nach innen anliegende verdicktzellige Bündel, so dass jeder der 5 Theile der äusseren Schnabelwand sich nach aussen umzubiegen strebt; anfangs bleibt er aber noch in Verbindung mit den Schnabelscheidewänden, bis er endlich durch weitere Spannung von diesen losreisst und mit Schnelligkeit nach rückwärts umbiegt, so als Schwanz jeder einzelnen Theilfrucht erscheinend, gebildet aus dem Rücken eines Carpellarblattes, während die beiden Ränder des letzteren zurück bleiben und untereinander vereinigt die stehende bleibende fünfzügige Mittelsäule des Fruchtschnabels bilden.

Nach dem so eben beschriebenen Bau der Theilfruchtschwänze ist nur das Rückwärtsschnellen derselben erklärt, nicht aber der Umstand, dass dieselben sich bei und nach diesem Abspringen nicht uhrfedrig, wie bei *Geranium*, sondern schraubig zusammen drehen. Dies Verhältniss wird nun dadurch hervorgebracht, dass die Schnabelklappen nicht wie bei dem später zu besprechenden *Geranium*, senkrecht von der Basis nach der Spitze verlaufen, sondern schon in der noch saftreichen Frucht eine deutliche Drehung nach rechts zeigen, die besonders an dem schiefen Verlauf der zwischen zwei zukünftigen Klappen liegenden Thäler ersichtlich wird. Durch diese Drehung nach rechts kommt es nun ganz natürlich, dass die beim Eintrocknen ihrer Parenchymschicht nach rückwärts sich umzubiegen strebenden Schnabelklappen sich nicht gerade, sondern in linkswendiger Windung umdrehen und so die eigenthümliche Vorrichtung bilden, durch welche die Theilfrüchte sich in den Boden bohren.

Es bleibt noch übrig einige Worte über den unteren samentragenden Theil der Früchte zu sagen. Die 5 Schnabelkanäle gehen nämlich nach einer kleinen Verengerung in die erweiterten 5 Fruchtfächer über. Die Aussenwände dieser, mit starken Haaren bedeckt, zeigen aussen eine Schicht dünnwandigen Parenchyms, darauf zur Reifezeit eine mehrreihige Schicht senkrecht gestreckter, stark verdickter Zellen, an welche sich, eine gleiche von horizontal gestreckten anschliesst, durch welche beiden sich kreuzenden Schichten eine grosse Haltbarkeit der Fruchtwand hervorgebracht wird. Diese beiden Schichten dickwandiger Zellen gehen aber ebensowenig, wie die verdicktzelligen Stränge des Schnabels bis zum Centrum des Fruchtknotens vor, sondern dieser wird von den weichen Placenten und deren zartzelliger Umgebung eingenommen. Wenn nun die Theilfrüchte von unten her bei Eintrocknung ihrer äusseren Parenchymschicht sich zusammen zu ziehen streben, so

reissen sie dabei im Centrum der Frucht von einander, und in jeder sitzt der aus einer der beiden Samenknospen gebildete Same, anfangs nach Innen ohne Bedeckung; durch weitere Eintrocknung der Wände jeder Theilfrucht ziehen sich aber die Ränder derselben über dem Samen zusammen, so dass nun, wenn auch der Schwanz jeder Theilfrucht losreisst und diese dabei in ihrer Ganzheit fort-springt, der Same nicht weggeschleudert werden kann, sondern fest eingeschlossen bleibt.

Im Ganzen sehr ähnlich wie bei *Erodium Gruinum* stellte sich der Fruchtebau von *Pelargonium zonale* (Taf. III. Fig. 39, 47 u. 48) heraus. Obgleich diese nun nicht zu den Springfrüchten gehören, möge doch des Vergleiches wegen auf sie eingegangen werden. Hauptsächlich abweichend ist es, dass hier die Schnabelklappen ganz gerade verlaufen und nicht in schiefer Linie nach rechts gewendet erscheinen, aber dennoch beim Abtrocknen sich in links gewundener Spirale zurückdrehen; wie bei *Erodium*. Es wird wahrscheinlich dass auch hier die Fasern der Klappen im ungetrockneten Zustande eine Drehung nach rechts besitzen, welche ja so schwach sein kann, dass sie äusserlich an den Grenzlinien nicht wahrnehmbar ist, immerhin aber ausreicht um beim Eintrocknen eine Rückwärtsdrehung nach links zu bewirken. Im allgemeinen haben die Schnabelklappen von *Pelargonium zonale* dadurch einen etwas anderen Bau, dass ihre zartzellige Aussenschicht breiter ist als die verdicktzellige, Fig. 39. Die Innenseite der Klappen ist mit langen Seidenhaaren bedeckt, welche auf der der Klappe zuliegenden Seite ganz stark mit einer glänzenden Substanz verdickt sind, Fig. 47 u. 48, so dass sie sich beim Eintrocknen von den Klappen wegbiegen müssen. Besonders bemerkenswerth ist im Vergleich zu *Erodium Gruinum*, dass hier die Verbindung der sich loslösenden Schnabelklappen mit den stehen bleibenden Theilen des Schnabels eine ganz schmale und geringe ist, Fig. 39, so dass hierbei die Klappen sich leicht ablösen und keine sehr starke Spannung wie bei *Erodium* nöthig ist, durch welche ja dort das Abspringen der Theilfrüchte hervorgebracht wird, während sie hier ganz langsam sich von unten nach oben ablösen. Einen Ersatz für diesen Mangel des Schleudermechanismus haben die Früchte von *Pelargonium zonale* an den schon erwähnten Seidenhaaren, durch welche die einzelnen Theilfrüchte, wenn ihre Schwänze, oben noch im Zusammenhange untereinander bleibend, sich aufgerollt haben, wie mit einem Pappus ausgerüstet erscheinen und

so vom Winde hinweggeführt werden können. Nach einiger Zeit gehen die Ränder von der die Samen einschliessenden Fruchtwand wieder auseinander, so dass nun der Same ausfallen kann, wo ihn der Wind mit seiner Behausung gerade hingeweht hat.

Während bei *Erodium* die Samen in ihrem Gehäuse fest stecken bleiben, so werden sie bei *Geranium* beim Abschleudern der Theilfrüchte aus diesen herausgeschleudert, so dass dieser Fall schon vorher hätte eingereicht werden müssen; es schien aber geeigneter ihn erst hier zu besprechen, um durch Anknüpfung an die bei *Erodium* dargestellten Verhältnisse kürzer sein zu können, indem der Fruchtbau beider Gattungen fast ganz übereinstimmt und nur in der eine verschiedene Aufrollung der Schnabelklappen und das genannte Wegschleudern der Samen verursachenden anderen Konstruktion abweicht. Bei

Geranium sanguineum (Taf. III. Fig. 38)

ist die Zone verdickter Zellen in den Schnabelklappen sehr breit, und die darüber liegende Parenchymschicht besteht nur aus 2 Zellreihen. Hingegen stehen die Schnabelklappen rechts und links mit den stehen bleibenden Theilen des Schnabels in einer sehr breiten Verbindung, so dass es einer sehr starken Austrocknung bedarf, ehe die Theilfrüchte losreißen. Hierdurch wird nun die beim Ablösen frei werdende Schnellkraft eine um so stärkere sein, was von Wichtigkeit ist, da eine solche gegenüber *Erodium* verstärkte Schnellkraft nöthig erscheint, um die Samen, welche hier lose in der Basis der Theilfrüchte liegen, hinauszuschleudern. Bei diesem Hinausschleudern würde ferner eine schiefe Drehung der Theilfruchtschwänze hinderlich sein, da dann der Same gegen eine Seitenwand seiner Hülle und nicht aus der Spalte derselben herausgeschleudert würde. Die Klappenschwänze rollen sich daher hier uhrfederig auf, was dadurch ermöglicht ist, dass ihre Trennungslinien ganz gerade an der Basis nach der Spitze des Schnabels verlaufen.

So sehen wir bei den drei besprochenen Geraniaceen¹⁾ eine im Allgemeinen sehr starke Uebereinstimmung im Fruchtbau; jedoch gerade eine Abweichung in den Punkten, welche mit dem verschiedenen Abspringen der Früchte und Samen in Verbindung stehen.

1) Auch Delpino l. c. p. 11 hat schon die Verbreitungseinrichtungen der 3 Gattungen in ihrer Verschiedenheit kurz besprochen.

Mit dem Abspringen der Früchte von *Erodium* ist noch in gewisser Weise das der Theilfrüchte von

Scandix

zu vergleichen, doch kann über diese Früchte einstweilen kein Aufschluss in Betreff ihres anatomischen Baues gegeben werden, und es muss eine kurze Beschreibung davon, wie das Abspringen statt hat, genügen. Es treten hier nämlich, wenn die langgeschnäbelte Frucht austrocknet derartige Spannungsverhältnisse ein, dass die beiden Theilfrüchte das Bestreben haben sich nach aussen umzubiegen. Endlich wird diese Spannkraft so stark, dass die Theilfrüchte von unten nach oben am Carpophorum losreissen und nun, bogig zurückgekrümmt nach rechts und links ein Stück weit fortschnellen.

Endlich sei es gestattet den Bewegungsmechanismus der Früchte von

Avena sterilis (Taf. II. Fig. 21—26)

zu besprechen, von dem zwar schon an einem anderen Orte ¹⁾ die Rede gewesen, wo aber noch übrig bleibt zu zeigen, wie die das Springen der genannten Haferfrüchte bewirkenden Grannen durch ihren Bau eben dies Springen ermöglichen. Die Grannen von *Avena sterilis* haben wie die vieler anderer Gräser die Eigenthümlichkeit, dass sie nicht gleichmässig von der Basis bis zur Spitze gerade gestreckt sind, sondern, besonders im trockenen Zustande, an einer gewissen Stelle ihres Verlaufes einen Knick zeigen, an welchem der obere Theil sich an den unteren unter einem bestimmten Winkel anschliesst. Dadurch dass nun bei *Avena sterilis* ²⁾ der untere Grannentheil sich bei verschiedenem Feuchtigkeitszustande nach der einen oder anderen Seite um seine eigene Achse dreht, wird bewirkt, dass der obere Schenkel, wie ein Uhrzeiger umhergeführt wird; hierbei findet dann entweder ein Stemmen gegen den Boden, oder gegen die zweite gegenüberstehende Granne statt, in Folge wovon bei der endlichen Ueberwindung des die Drehung hindernden Gegenstandes dem ganzen Fruchtkomplex ein Ruck mitgetheilt wird, durch welchen derselbe ein Stück weit fortgeschleudert wird.

Der die Bewegung veranlassende untere Theil der Granne hat

1) Botanische Zeitung 1870, p. 873.

2) Auch bei anderen *Avena*-Arten, — Delpino l. c. p. 11 erwähnt *Avena fatua* — aber nicht so deutlich.

nun folgenden Bau. Derselbe besteht aus zwei verschiedenen Gewebetheilen, dem einen, dessen Zellen langgestreckt sind und sich stark mit einer sehr hygroskopischen Substanz verdicken, die Verdickungsmasse ist mit Porenkanälen versehen und bräunt sich später — und dem anderen aus dünnwandigen, anfangs chlorophyllhaltigen Zellen gebildet, die wenig in die Länge gezogen sind, mit horizontalen Scheidewänden an einander stossen und an den Seitenwänden derartig gewellt sind, Fig. 23, dass immer Wellenthal auf Thal und Berg auf Berg treffen, so dass bedeutend grosse Interzellularräume hervorgebracht werden. Hierdurch wird bewirkt, dass dies schwammige Gewebe später beim Eintrocknen zerreisst ohne bei Anfeuchtung irgend welche Spannkraft wieder annehmen zu können. Diese beiden Gewebe sind nun in dem unteren Grannentheile derartig angeordnet, dass die verdickten Zellen in einem Bündel der Länge nach verlaufen, welches auf dem Querschnitt mit einem T verglichen werden kann, Fig. 24 u. 25, nur dass der Fuss desselben etwas verbreitert und der Querstrich an beiden Seiten nach abwärts gebogen. In dem Fuss dieses T, welches der Palea abgewandt liegt, verläuft ein zartzelliges Gefässbündel. Die Zwischenräume zwischen Fuss und Querstrich des T werden dann von zwei getrennten Strängen des besprochenen schwammigen Gewebes eingenommen, welches beim Anfange der Grannenaustrocknung zerreist. Der Umfang des T wird also von zwei verschiedenen grossen Bogen des verdicktzelligen Gewebes eingenommen. Endlich ist zu bemerken, dass die beiden Linien, welche am Umfange der Granne durch die beiden Stränge des schwammigen Gewebes hervorgebracht werden, nicht senkrecht hinauf laufen, sondern eine kleine Drehung nach rechts, im Zustande wo die Granne noch nicht ausgetrocknet ist, Fig. 21, zeigen. Tritt nun eine Austrocknung ein, so verkürzt sich die Seite des T querstriches wegen ihrer grösseren Oberfläche und geringeren Dicke, Fig. 24, stärker und schneller als die entgegengesetzte Seite, und durch diese verschiedene Stärke in der Verkürzung tritt nun eine Rückwärtsdrehung des unteren Grannentheils ein, also eine linkswendige Spirale, Fig. 22. Beim Anfeuchten quellen dann wieder die Zellen der Querstrichseite schneller auf als die der gegenüberliegenden Seite, und so wird dann wieder eine Rückwärtsdrehung bewirkt. Dieses Auf- und Zurückdrehen des unteren Grannentheils bei verschiedenem Feuchtigkeitszustande ist es nun eben, welches den oberen Grannenschenkel, wie einen Uhrzeiger bald rück- bald vor-

wärts im Kreise herumführt. Dieser obere Grannentheil zeigt in sich selbst keine Drehung; zwar besitzt er auch die beiden besprochenen Gewebtheile des unteren Grannenstückes, jedoch in einer anderen Konfiguration, nämlich so, Fig. 26, dass die durch das schwammige Gewebe getrennten, aus dem verdicktzelligen Gewebe gebildeten beiden Seiten desselben mehr oder weniger gleich stark sind, und mit gleich grosser Oberfläche nach aussen liegen, so dass also die eine Seite nicht schneller und stärker sich zusammenziehen oder ausdehnen kann, als die andere.

Werfen wir nun noch einen vergleichenden Blick zurück auf die morphologische Bedeutung der Theile, an denen der zum Wegschleudern der Samen dienende Mechanismus bei den Früchten sich befindet, so sehen wir, dass einstweilen nur ein Fall gefunden, nämlich in der, allerdings sehr artenreichen Gattung *Oxalis*, wo dieser Mechanismus in dem Bau der Samen selbst begründet ist. Ebenso selten scheinen die Fälle zu sein (*Avena sterilis*) wo die den Fruchtknoten umgebenden Blüthentheile das Schleuderorgan tragen; vielmehr ist es fast überall der Fruchtknoten selbst, welcher zur Frucht ausgebildet in seinem Bau das Fortschleudern der Samen bedingt. Bei diesen Schleuderfrüchten haben wir dann eine Verschiedenheit in der Weise gesehen, dass die einen saftig sind, die anderen trocken. Bei den saftigen beruht der Mechanismus, wie zu erwarten stand, in einer Schicht, deren Zellen in einer starken Turgescenz, in einem Bestreben sich weiter auszudehnen befinden, welchem Bestreben aber dadurch ein Hemmschuh angelegt ist, dass eine andere nicht so stark gespannte Gewebeschicht an die genannte angrenzt; wird dann endlich die Spannung der letzteren zu stark, so überwindet sie an gewissen dazu durch ihren anatomischen Bau geeigneten Stellen den Zusammenhang der Fruchtwände, die in Stücke zerreißen, welche bei ihrem an den beiden Seiten verschieden starken Ausdehnungsbestreben sich nach der schwächer gespannten Seite hin umrollen, und dieses Umrollen geschieht nun mit solcher Schnelligkeit, dass dadurch die in der Frucht befindlichen Samen fortgeschleudert werden. Ein Umrollen der Fruchtwände nach Innen sehen wir bei *Impatiens*, nach aussen bei *Cyclanthera* und *Cardamine*; abweichend hiervon ist die Frucht von *Momordica Elaterium*, wo die aussen stärker gespannte Fruchtwand nicht zerreist, sondern durch einen Druck auf das Frucht-

innere den Fruchtsiel abstösst, und nun aus der so entstandenen Oeffnung die Samen hervorspritzt.

Grössere Mannigfaltigkeit zeigen die zahlreichen bekannten trockenen Schleuderfrüchte, wo überall der Schleudermechanismus darauf beruht, dass gewisse Zellschichten beim Eintrocknen sich weniger und in besonderer Richtung zusammenziehen, als die daran liegenden, so dass hierdurch endlich der Zusammenhang der Fruchtwände oder auch zugleich der Zusammenhang der Fruchtbasis mit dem Stiele der Frucht aufgelöst wird, und nun durch das Umbiegen der Fruchtklappen die Samen hervorgeschieleudert werden. Hierbei kann es nun geschehen, dass die Fruchtwände selbst nicht mit fortschnellen (*Viola*, Leguminosen, *Hamamelis*) oder dass Theile dieser sammt den Samen davon fliegen (*Diosmeen*, *Euphorbiaceen*) oder dass die ganze Frucht ungetheilt oder in Stücken hinweggeschneilt wird, wo dann im letzteren Falle bei diesem Hervorschnellen entweder zugleich die Samen aus ihren Hüllen herausgeworfen werden (*Collomia*, *Acanthaceen*, *Eschscholtzia*, *Geranium*) oder in ihrer Umhüllung sitzen bleiben (*Erodium*, *Scandix*). Alle diese Erscheinungen haben neben dem Vorkommen der genannten verschieden stark und in verschiedener Richtung eintrocknenden und dadurch in eigenthümlichen Spannungsverhältnissen sich befindenden Zellschichten ihren Grund darin, dass die Fruchtwände an bestimmten Regionen eine derartige Struktur besitzen, dass hier, wie bei den saftigen Schleuderfrüchten leicht ein Riss entstehen kann, und dass in gewissen Fällen (*Acanthaceen*, *Collomia*, *Eschscholtzia*), wo dieser Riss durch das Loslösen des Fruchtgrundes mit bedingt ist, die harten Theile der Kapsel nicht mit denen des Fruchtstieles in direktem Zusammenhange stehen, sondern hier eine zartzellige Zwischenschicht liegt.

Schliesslich sei noch der Umstand erwähnt, dass mehrere der Schleuderfrüchte zur Reifezeit eine andere Lage annehmen, als sie vorher hatten (*Viola*, *Dictamnus*, *Oxalis*) und dass dies damit zusammen hängt, dass hierdurch den Samen beim Hervorschieleudern die Richtung gegeben wird, in welcher sie am weitesten rings umher verstreut werden können.

Mögen die beschriebenen Beispiele von dem im anatomischen Bau begründeten Mechanismus der Schleuderfrüchte genügen, um zu zeigen, wie es ausser dem grossen Interesse, welches die anatomischen Untersuchungen an sich und in ihrer Vergleichung untereinander haben, noch ein anderes giebt, welches darin liegt, auf-

zusuchen, in welchem Zusammenhange der anatomische Bau der Gewächse mit ihren biologischen Verhältnissen steht, welchen Nutzen jede bestimmte Struktur eines Organes für die Funktion dieses und das Leben des ganzen Organismus besitzt.

Freiburg i. B., im November 1872.

Erklärung der Abbildungen.

Bei den Citaten der Tafel-Nummern sind im Text irrthümlich die Nummern der Original-Tafeln des Manuscriptes anstatt der fortlaufenden Nummern der Tafeln des Bandes stehen geblieben.

Es ist demnach im Text

anstatt Taf. I	zu lesen	Taf. XXIII.
„ Taf. II	„ „	Taf. XXIV.
„ Taf. III	„ „	Taf. XXV.

Die mit gleichmässigem Schatten versehenen Stellen bedeuten die Stränge dickwandiger Zellen.

Taf. XXIII.

Fig. 1–7. *Cyclanthera explodens* p. 241.

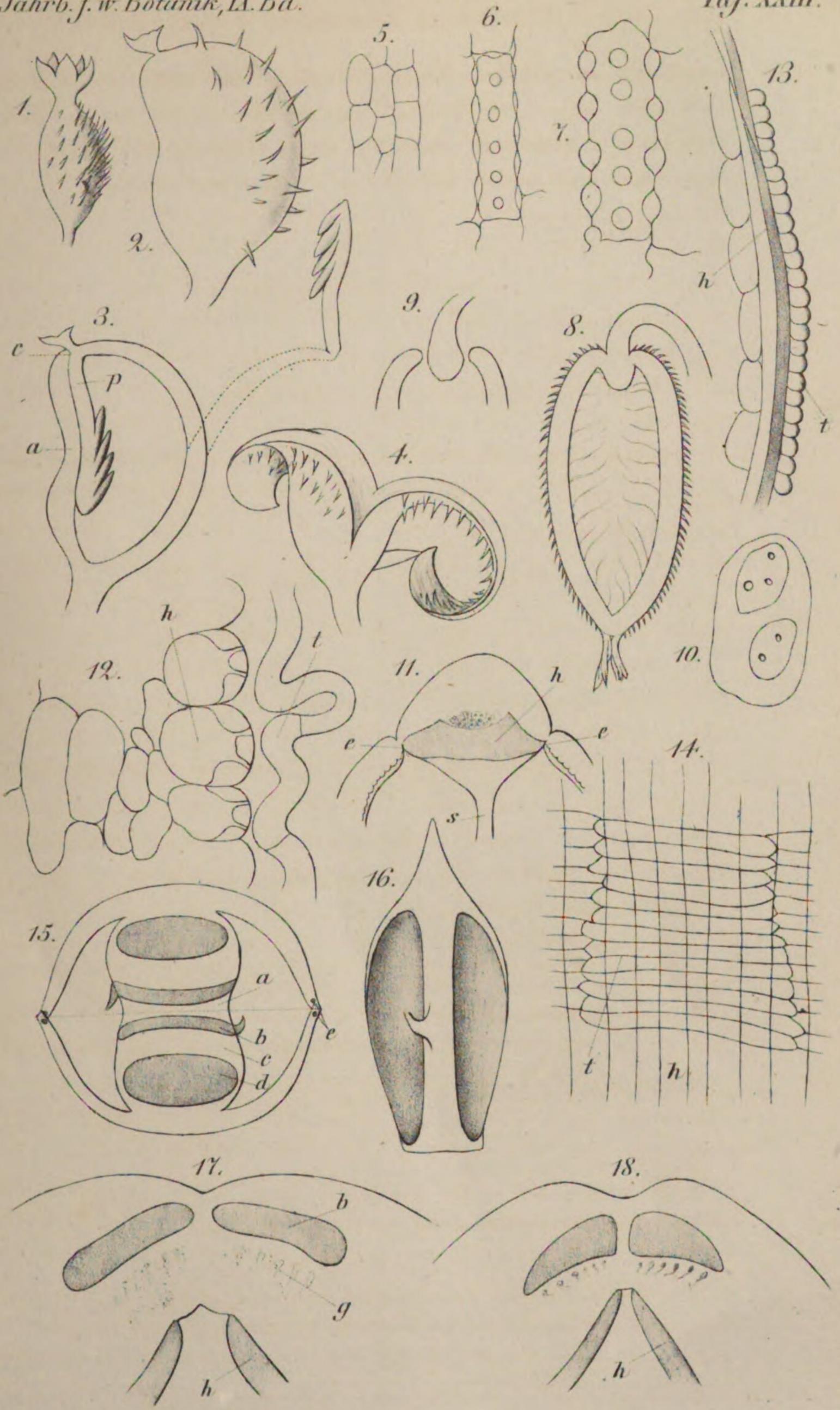
- Fig. 1. Ganz junge Frucht.
- Fig. 2. Erwachsene Frucht.
- Fig. 3. Dieselbe längs durchschnitten, die punktirten Umrissse deuten die Lage der einen Fruchtwand beim Aufspringen an.
- Fig. 4. Aufgesprungene Frucht.
- Fig. 5. Junges Schwellgewebe vom Inneren der späteren Fruchtwand.
- Fig. 6. Dasselbe weiter entwickelt.
- Fig. 7. Eine Zelle desselben aus der reifen Frucht.

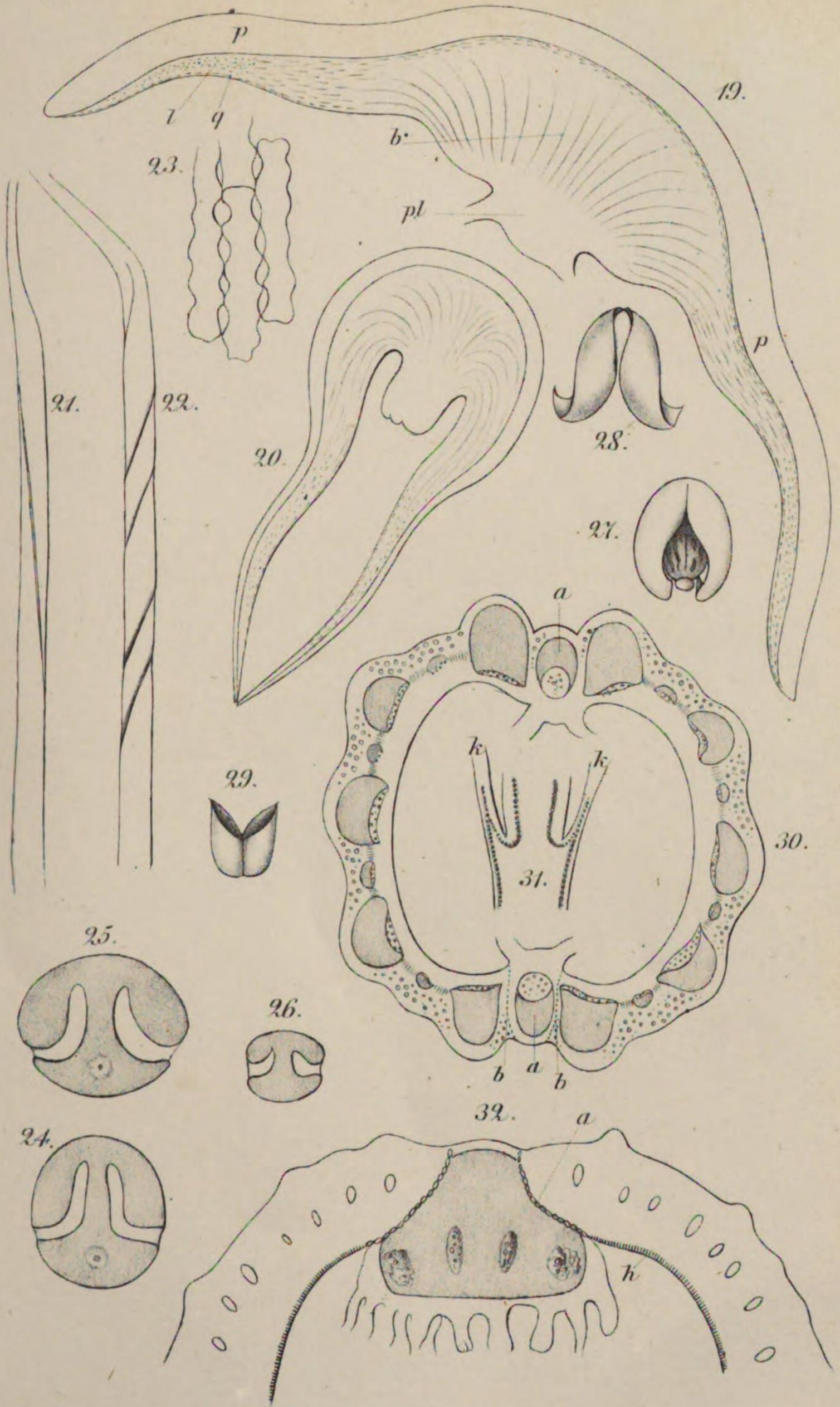
Fig. 8–10. *Momordica Elaterium* p. 243.

- Fig. 8. Frucht längs schnitten, ohne die Samen.
- Fig. 9. Basis der Frucht, mit Andeutung der Oeffnungsweise.
- Fig. 10. Doppelporige Zelle aus der Fruchtwand.

Fig. 11–14. *Cardamine hirsuta* p. 239.

- Fig. 11. Stück eines Fruchtquerschnittes, h harter Zellstrang, s Fruchtscheidewand, e, e die Stellen an denen die Fruchtklappen sich loslösen.
- Fig. 12. Stück von der inneren Seite einer Schotenklappe im Querschnitt.
- Fig. 13. Im Längsschnitt.
- Fig. 14. Ansicht der inneren Seite einer Kapselklappe. — t Zellen der Schwellenschicht, h einseitig verdickte Zellen.





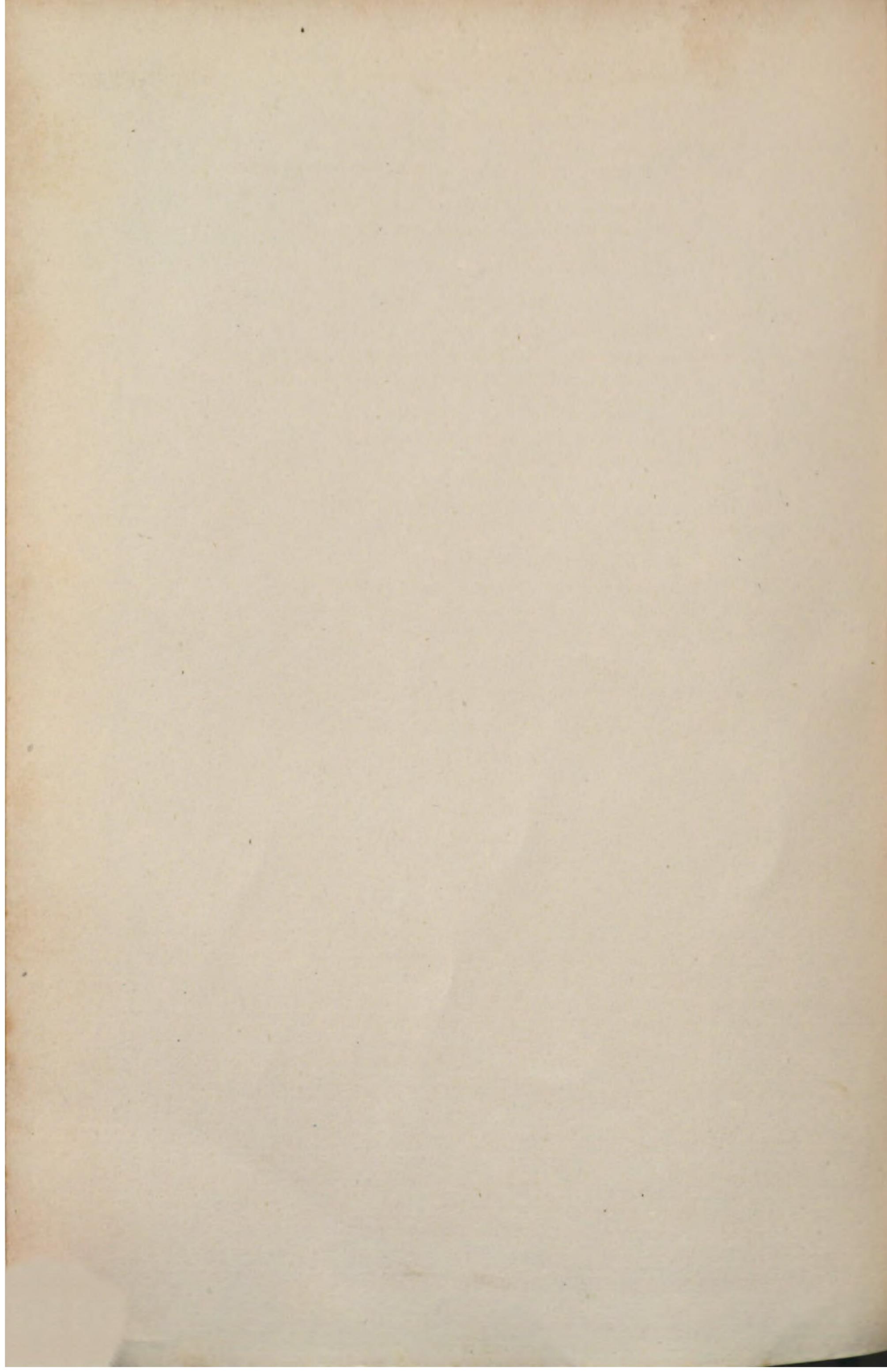


Fig. 15 u. 16. *Acanthus mollis* p. 260.

Fig. 15. Fruchtquerschnitt.

Fig. 16. Klappe einer aufgesprungenen Frucht von Innen gesehen.

Fig. 17 u. 18. *Lupinus luteus* p. 248.

Fig. 17. Querschnitt durch die Bauchnath der Hülse.

Fig. 18. Querschnitt durch die Rückennath.

Taf. XXIV.

Fig. 19 u. 20. *Viola multifida* p. 245.

Fig. 19. Querschnitt durch eine noch nicht ausgetrocknete Kapselklappe.

Fig. 20. Derselbe von einer solchen nach der Austrocknung.

Fig. 21—26. *Avena sterilis* p. 270.

Fig. 21. Unterer Grannentheil im feuchten Zustande.

Fig. 22. Derselbe nach Austrocknung.

Fig. 23. Schwammiges Zellgewebe aus der Granne.

Fig. 24 u. 25. Querschnitte aus dem unteren Grannentheil.

Fig. 26. Querschnitt des oberen Grannentheils.

Fig. 27 u. 28. *Ricinus communis*.

Fig. 27. Theilfrucht mit dem Samen von der Innenseite gesehen.

Fig. 28. Klappen einer solchen Theilfrucht vom Rücken her gesehen, nach ihrer Drehung und Entfernung des Samens.

Fig. 29. *Hamamelis virginica*.

Fig. 29. Aufgesprungener Fruchtstein von der Innenseite.

Fig. 30 u. 31. *Eschscholtzia californica* p. 261.

Fig. 30. Querschnitt durch die Frucht.

Fig. 31. Längsschnitt durch die Fruchtbasis, h, h Theile des Kelches.

Fig. 32. *Glaucium luteum* p. 264.

Fig. 32. Theil eines Fruchtquerschnittes, h dickwandige Zellen.

Taf. XXV.

Fig. 33—37. *Erodium Gruinum* p. 265.

Fig. 33. Querschnitt des Fruchtknotenschnabels der Blütenknospe.

Fig. 34. Theil eines Querschnittes des Schnabels der reifen Frucht.

Fig. 35 u. 36. Borstentheile im Anfange ihrer Verdickung von der Seite und im Querschnitt.

Fig. 37. Borstenstück mit beendigter Verdickung.

Fig. 38. *Geranium sanguineum* p. 269.

Fig. 38. Querschnitt durch den Fruchtschnabel.

Fig. 39. *Pelargonium zonale* p. 268.

Fig. 39. Querschnittstück durch den Schnabel der reifen Frucht.

Fig. 40 u. 41. *Coleonema album*.

Fig. 40. Stück eines Fruchtquerschnittes.

Fig. 41. Oberer Theil eines Fruchtlappens im Längsschnitt.

Fig. 42–45. *Collomia gracilis*.

Fig. 42. Fruchtquerschnitt; der punktirte Umriss bedeutet die Stellung der austrocknenden Klappe.

Fig. 43. Längsschnitt durch die Kapselbasis, k, k Kelch.

Fig. 44. Flügelstück einer Kapselklappe von aussen gesehen.

Fig. 45. Ein Querschnitt davon, a Aussenseite.

Fig. 46. *Lupinus luteus*.

Fig. 46. Aufgesprungene Hülse vom Rücken aus.

Fig. 47 u. 48. *Pelargonium zonale*.

Fig. 47 u. 48. Seidenhaar der Fruchtschnabelklappen, im Querschnitt und von der Seite.

