

Anatomic

der

vegetativen Organe von *Dionaea muscipula* Ell.

Von
Dr. A. Fraustadt.

Mit Tafel I. bis III.

Obwohl der Insectenfang durch die Blätter bei derjenigen Pflanze, deren Anatomie den Gegenstand der vorliegenden Abhandlung bildet, bereits im vorigen Jahrhunderte (1771) durch Johann Ellis bekannt gemacht wurde, so erfuhr doch diese Thatsache bei dem damaligen Stande der Naturwissenschaften nicht die gebührende Würdigung. Man sah in der gemachten Beobachtung nur das Sonderbare und liess es dabei bewenden, ohne aus ihr Folgerungen für die Lebensweise der Pflanzen zu ziehen. Erst durch Darwin¹⁾ ist die Wichtigkeit der Insecten fangenden und verzehrenden Pflanzen für die Pflanzenphysiologie erkannt worden. Jedoch berücksichtigt Darwin die anatomischen Verhältnisse nur in so weit, als sie für seine physiologischen Versuche in Betracht kommen, wie dies im Plane seines Buches liegt. Deshalb unternahm ich es im hiesigen pflanzenphysiologischen Institute auf Veranlassung und unter Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. Ferd. Cohn, die Vegetationsorgane von *Dionaea muscipula* Ellis vollständig, soweit dies mir möglich war, anatomisch zu untersuchen und die ganze Anatomie derselben in vorliegender Arbeit zusammenzustellen, um so eine Ergänzung zu den bis jetzt bekannten Untersuchungen über *Dionaea* zu liefern. Vorher aber habe ich es für zweckmässig erachtet, eine vorläufige Orientirung über den Habitus zunächst der ganzen Pflanze und dann im Besonderen eines einzelnen *Dionaeablattes* zu geben.

Habitus von Dionaea muscipula Ell. Diese merkwürdige Pflanze besteht in ihren oberirdischen Theilen nur aus einer grösseren oder

¹⁾ Charles Darwin. Insectivorous plants. London 1875.

geringeren Anzahl grüner, älterer und jüngerer Laubblätter, welche sämmtlich um einen Mittelpunkt herum im Kreise angeordnet sind (Tafel I. Fig. 1.). Die Blätter von *Dionaea* zeigen ähnliche Nutationserscheinungen wie die von *Drosera rotundifolia* L.; die älteren, d. h. fertig ausgebildeten Blätter sind niedergebeugt, manchmal sogar den Boden berührend, jedenfalls aber immer einen sehr spitzen Winkel mit der Horizontalen bildend, während die jüngeren Blätter um so steiler aufgerichtet sind, in einem je unentwickelteren Zustande sie sich noch befinden, und sehr junge, unausgebildete Blätter sogar senkrecht stehen. Der Unterschied der Blätter in Bezug auf Alter und Dimensionen ist bei einem und demselben Exemplare gewöhnlich sehr bedeutend, da diese Pflanze auch in unseren Gärten und selbst bei weniger guter Pflege eine sehr grosse Zahl von Blättern entwickelt, wie das namentlich bei den grössten meiner Exemplare in wahrhaft auffallender Weise sich zeigte. Dies dürfte vielleicht mit dem Umstande in Zusammenhang stehen, dass jedes ausgewachsene Blatt nach den Beobachtungen von Dr. Canby und Mrs. Treat nur eine geringe Anzahl Insecten (meist 3 bis 4) zu fangen vermag. Ich selbst habe beobachtet, dass die grossen Blätter eines sehr kräftigen Exemplares zwei bis drei Mal Stückchen festen Eiweisses in sich aufnahmen, bei weiteren Fütterungsversuchen aber abstarben, ohne das Eiweiss verzehrt zu haben. Jedenfalls also fängt und verzehrt jedes Blatt immer nur wenige Insecten, deren Anzahl sich vermuthlich nach ihrer Grösse, oder, was in vielen Fällen dasselbe ist, nach der Menge der Nährstoffe richtet, welche von dem Blatte wirklich aufgenommen werden, so dass unter Umständen ein einziges, grosses Insect schon genügt oder selbst schon für das Blatt zu viel giebt; die Unfähigkeit eines Blattes, sehr viele Thiere zu fangen und zu verdauen, wird durch das schnelle Wachsthum der jüngeren Blätter ausgeglichen. In ihrem Vaterlande, feuchten Gegenden im östlichen Theile von Nord-Carolina, bei guter Cultur auch in unseren Gewächshäusern, erhebt sich aus der Mitte des Blattkreises von *Dionaea* der etwa 15 bis 20 Centimeter hohe Blüthenstamm. Derselbe ist von Ellis¹⁾ beschrieben worden, ich selbst hatte ihn zu untersuchen noch keine Gelegenheit.

1) Joh. Ellis soc. reg. scient. Lond. et Upsal. sod. de *Dionaea muscipula* planta irritabili nuper detecta ad perill. Car. a Linné Equ. s. r. m. Succiae archiat. med. et bot. prof. Upsaliensem & c. epistola. — Aus dem Englischen übersetzt und herausgegeben von D. Johann Christian Daniel Schreber. Erlangen 1771.

Habitus eines Dionaeablattes. Hier verdient zunächst der Blattstiel eine besondere, ausführlichere Betrachtung; denn er übertrifft an Dimensionen die Blattspreite selbst immer bedeutend; er ist breit geflügelt (Tafel I. Figur 1), d. h. zu beiden Seiten der sehr kräftig entwickelten Mittelrippe in einen dünnen, flachen, grünen Saum erweitert, welcher vom Grunde des Blattstieles an bis zu dessen Spitze allmählich an Breite zunimmt und an der Spitze gerade abgestutzt ist, so dass er die Gestalt eines langen schmalen Keiles besitzt, dessen beide Ecken oben schwach abgerundet sind (Taf. III. Fig. 3). In der Regel ist der Blattstiel ganzrandig, schwach nach abwärts gebogen, auf der Oberseite meist etwas dunkler grün gefärbt, als auf der unteren; sein Querschnitt ist auf der Oberseite fast eben, während auf der unteren Seite die Mittelrippe, welche durch seine ganze Länge hindurch in gleichmässiger Stärke verläuft, halb cylinderförmig, also im Querschnitte halbkreisförmig vorspringt. Aus der Spitze des Blattstieles austretend, verläuft die Mittelrippe eine kleine Strecke, beim völlig ausgewachsenen Blatte nur etwa einen Millimeter ungeflügelt und setzt sich sodann in die Lamina fort, an deren Spitze sie als noch kürzere, stumpfe Hervorragung endet. (Tafel I. Fig. 3 bei e.) Auf der Unterseite der Lamina springt sie ebenso stark vor, wie auf derjenigen des Blattstieles, und ist dabei schwach nach abwärts gekrümmt. Die Lamina selbst wird gewöhnlich schlechthin als rundlich und zweilappig bezeichnet; genauer lässt sie sich immer betrachten als bestehend aus zwei trapezförmigen Halften, die mit ihren kleineren Grundlinien in der Mittelrippe zusammenstossen, während die beiden anderen grösseren Grundlinien durch flache Kreisbogen gebildet sind. Das sind zugleich die beiden einzigen krummen Theile des Randes der Blattspreite, während derselbe an der Basis und an der Spitze vollkommen geradlinig ist. Die gekrümmten Ränder sind ausserdem in eine Anzahl (15—20) lange, schlanke, spitzige und sehr feste Fortsätze ausgezogen, welche Borsten oder Spitzen (*spikes* nach Darwin) genannt und von mir in der Folge als Randborsten bezeichnet werden mögen, während der geradlinige obere und untere Rand des Blattes derselben vollständig entbehrt. (Taf. I. Fig. 3.) Die Randborsten sind nicht alle von gleicher Grösse, die mittleren auf jeder Seite sind die dicksten und längsten, von da nimmt ihre Grösse nach beiden Seiten hin nahezu gleichmässig ab. Nur der Unterschied in der Länge zwischen den mittleren und den äusseren ist bei verschiedenen Blättern verschieden gross und bei älteren grösser, als bei den jüngeren. Die Zwischenräume zwischen den Randborsten

sind durch stumpfe, am Grunde fast halbkreisförmige Ausschnitte gebildet.

Die beiden Hälften der Lamina rechts und links von der Mittelrippe liegen, wenn das Blatt geöffnet ist, nicht, wie bei den Blättern so vieler anderer Pflanzen, in einer Ebene, sondern bilden einen spitzen Winkel mit einander, welchen Darwin in einem Falle zu 80° gemessen hat.

Ungefähr in der Mitte ihrer Oberseite trägt jede Blattspreitenhälfte ausserdem noch drei den Randborsten äusserlich ähnliche, aber schwächere, kürzere und nicht so starre haarförmige Gebilde, welche wir später als Mittelborsten näher kennen lernen werden. Dieselben sind unter sich von einerlei Stärke und Länge; bei sämtlichen von mir zu anatomischen Zwecken untersuchten Blättern dieser Pflanze fand ich sie stets in ein Dreieck gestellt (Taf. I. Fig. 3 bei mb), und zwar so, dass die die Spitze dieses Dreiecks bildende Mittelborste der Mittellinie des Blattes zugekehrt ist und die Verbindungslinie der beiden anderen Mittelborsten derselben ungefähr parallel geht. Auch fand ich nie mehr und nie weniger als drei Mittelborsten, doch hat Darwin zwei Blätter mit vier und eins mit nur zwei Mittelborsten gesehen, er giebt indessen nicht die Stellung derselben in diesen abnormen Fällen — wie ich sie bezeichnen möchte — an. Wenn sich ein Blatt nach Berührung einer dieser sechs Mittelborsten schliesst, wobei sich seine beiden Hälften um die Mittelrippe als Axe gegen einander bewegen und sich zusammenlegen, so greifen die Randborsten dergestalt in einander ein, dass eine jede in den Zwischenraum zweier der anderen Laminahälfte zu liegen kommt.

Die Ober- oder im geschlossenen Zustande die Innenfläche der Lamina ist mit zahlreichen Pünktchen dicht besetzt, welche wir weiter unten als Drüsen kennen lernen werden. (Taf. I. Fig. 3 bei d.) In kräftig vegetirenden Blättern sind dieselben roth; von ihnen abgesehen ist das ganze übrige Blatt einförmig grün gefärbt, während Ellis, der diese Pflanze zuerst beobachtete und beschrieb, in seiner oben angeführten Schrift den mit Borsten besetzten Rand und die Mittelrippe auf der Unterseite der Lamina gelb gezeichnet hat, was ich niemals beobachtet habe. Bei weniger gut gedeihenden und minder reizbaren Blättern haben die Drüsen keine oder nur sehr schwache rothe Färbung; im letzteren Falle ist dann auch die Oberseite der Lamina einförmig grün.

Um endlich noch der Dimensionen des Blattes mit wenigen Worten zu gedenken, so giebt William Young aus Philadelphia, wie

Ellis anführt, die Länge der grössten Blätter, die ihm vorgekommen, zu ungefähr drei engl. Zoll (jedenfalls incl. Blattstiel) und ihre Breite zu anderthalb Zoll an. Das grösste Blatt von fünf Exemplaren, welches ich selbst gemessen habe und welches von einem überaus kräftigen und reizbaren Exemplare stammte, das ich durch die Güte des Herrn Geh. Rath Göppert aus dem hiesigen Königlichen botanischen Garten der Universität zur Untersuchung erhielt, hatte folgende Dimensionen: Die Länge der Lamina in der Mittelrippe betrug 13 Millimeter, die Länge des die Borsten tragenden Randes (die Sehne des gebogenen Randes gemessen) betrug 20 und die Breite jeder Hälfte der Lamina in der Mitte (die Randborsten abgerechnet) 15 Millimeter. Bei vier anderen kleineren Exemplaren, welche aus Erfurt bezogen wurden, betrug dieselben Dimensionen durchschnittlich etwa 1 Centimeter, und einige Blätter eines anderen Exemplares, deren Entwicklung ich bis zur fertigen Ausbildung verfolgt habe, erreichten ihre definitive Gestalt schon bei folgenden, bescheidenen Dimensionen: Länge der Blattspreite in der Mitte 4 Millimeter, in dem borstentragenden Rande 5 Millimeter, Breite jeder Laminahälfte nur 2 Millimeter. Hierbei will ich bemerken, dass in den aus Erfurt bezogenen Pflanzen fast sämmtliche Blätter je ein Thierchen eingeschlossen und mehr oder minder verdaut hatten; jedoch waren es nicht, wie man nach den gewöhnlichen Angaben über die Nahrung dieser Pflanze vermuthen sollte, geflügelte Insecten, sondern theils Asseln, theils Myriapoden (*Oniscus* und *Polydesmus*), welche auf dem Boden kriechen und Schlupfwinkel aufsuchen, und es ist zu vermuthen, dass diese Thierchen den auf dem Boden ausgebreiteten Blättern leichter zur Beute werden, als die in der Luft umherfliegenden Insecten.

Oberflächen-Verhältnisse der Lamina. Wir haben oben gesehen, dass die beiden Hälften der Lamina nicht in einer Ebene liegen, sondern einen spitzen Winkel mit einander bilden. Eben so ist jede Hälfte der Blattspreite für sich betrachtet selbst im geöffneten Zustande des Blattes keine völlig ebene Fläche, wie man an grossen Blättern schon mit blossen Auge erkennen kann, in jedem Falle aber ein Querschnitt durch die ganze Lamina deutlich zeigt. Jede Blatthälfte ist in ihrem der Mittelrippe anliegenden Theile schwach und unten und aussen convex; unter den Borsten des Randes dagegen entgegengesetzt gebogen, nämlich nach oben und innen convex (Taf. I. Fig. 2 bei l und v). Beide so gebildete Biegungen laufen fast durch die ganze Länge der Lamina bis an den gradlinigen Rand; die Krümmung nahe der Mittelrippe ist die breitere,

während die entgegengesetzte Biegung am Rande nur einen langen, schmalen Streifen einnimmt. Die Convexität der Blattfläche nach aussen vergrössert sich nun, wenn das Blatt ein Thier gefangen oder über einer anderen organischen Substanz sich geschlossen hat, so dass man ungefähr die Grösse und die Umriss der eingeschlossenen Nahrung von aussen her erkennen kann. Darwin hat sogar die Grösse der Einwärtskrümmung beim geschlossenen Blatte gemessen, indem er an verschiedenen Stellen der Blattfläche feine schwarze Punkte verzeichnete, deren Abstand zuerst an dem geöffneten Blatte bestimmte, und dann, wenn das Blatt gereizt worden war und sich geschlossen hatte. Da die Randborsten beim geschlossenen Blatte in einander greifen, so wird ausser der grossen Höhlung, in welcher die Nahrung eingeschlossen gehalten wird (Taf. I. Fig. 2 bei hg), noch eine zweite, eben so lange, jedoch viel schmalere unter der Kreuzungsstelle der Randborsten gebildet. (Taf. I. Fig. 2 bei hk.) Der Verschluss erfolgt an dem gekrümmten, mit Borsten besetzten Saume durch die nach innen convexe Region nahe dem Blattrande, dagegen an den beiden geradlinigen, nicht mit Borsten besetzten Säumen durch den Rand selbst. Schliesslich möchte ich noch hervorheben, dass dieselben Verhältnisse der Krümmung der Blattfläche und die nämliche Art des Verschlusses schon bei den eben fertig ausgebildeten Blättern beobachtet werden, ehe dieselben sich geöffnet, mithin noch keine thierische Nahrung zu sich genommen haben. An dieser Stelle will ich auch betonen, was meiner Ansicht nach noch nicht genug hervorgehoben ist, dass sich die Blätter von *Dionaea* einerseits nach der Berührung einer der Mittelborsten augenblicklich schliessen, ohne die eben geschilderten Formen der Laminaoberfläche dabei zu verändern, dass andererseits die Blätter durch den chemischen Reiz, welcher von der Absorption organischer Stoffe durch die Drüsen hervorgerufen wird, sich, jedoch nur sehr langsam und allmählich schliessen, dabei aber ihre Oberfläche in so weit verändern, als sie, der organischen Substanz sich dicht anlegend, nach aussen eine grössere Convexität annehmen. Dabei machte ich noch die Beobachtung, dass Blätter, welche für den mechanischen Reiz, hervorgerufen durch Berührung einer Mittelborste, ganz unempfindlich waren und sich selbst nach starker Berührung aller sechs Mittelborsten nach einander nicht schlossen, dennoch auf den chemischen Reiz nach längerer oder kürzerer Zeit reagirten, die Drüsen zur Secernirung veranlassten und die Lamina zwar langsam aber vollständig schliessen machten.

Die *Epidermis der Blattspreite* besteht sowohl auf der Ober- (oder Innen-), als auch auf der Unter- (oder Aussen-) Seite im Allgemeinen aus viereckigen, etwas gestreckten Zellen, welche sich an ihren beiden schmälern Enden theils mit geraden, theils mit schiefen, manchmal sogar mit sehr schrägen Wänden begrenzen (Taf. I. Fig. 4 bei e). Die Längsrichtung der Epidermiszellen folgt in der sehr stark entwickelten Mittelrippe der Längsaxe des Blattes (Taf. II. Fig. 1 bei em); in den beiden Hälften der Lamina ist sie senkrecht zu dieser Richtung (Taf. II. Fig. 1 bei el), so dass also hier die Epidermiszellen alle gewissermassen gegen die Mittelrippe hin gerichtet sind. Zwischen beiden Theilen liegen Bogenreihen von Epidermiszellen, die nach der Blattbasis hin gekrümmt sind (Taf. II. Fig. 1 bei ez). Am gekrümmten Rande der Lamina, zwischen je zwei Randborsten, haben jedoch die Zellen der Oberhaut die verschiedenste Lage und Gestalt, sind zum Theil kurz und besitzen manchmal unregelmässig gebogene Zellwände. Diese Gruppen anders gestalteter Epidermiszellen liegen zwischen verlängerten Zellenreihen, welche, aus der Mitte der Lamina kommend, sich daselbst theilen und über die Randborsten hin sich fortsetzen. Auf der Oberseite ausgewachsener Blätter sind die Epidermiszellen meist höher, oft auch breiter, als auf der Unterseite der Lamina (Taf. II. Fig. 3 und 7). Alle Epidermiszellen sind an ihrer freien Oberfläche stark cuticularisirt und enthalten Chlorophyllkörner in sehr grosser Anzahl, welche rundlich und durchscheinend sind, und in dem Falle, dass das betreffende Blatt noch keine thierische, überhaupt organische Nahrung absorbiert hat, sehr viele Stärkekörner enthalten, wie weiter unten, wo von der Einwirkung chemischer Reagenzien gehandelt werden wird, ausführlicher angegeben werden soll. Die Epidermiszellen der Randborsten enthalten weniger Chlorophyll und erscheinen deshalb auch nicht so intensiv gefärbt, wie die übrigen grünen Theile des Blattes.

Erzeugnisse der Epidermis. Drüsen. Sehr viele Epidermiszellen von der Oberseite der Lamina sind Träger der Drüsen. Diese sondern, nachdem das Blatt ein Thierchen gefangen hat, oder wenn ihm eine andere stickstoffhaltige organische Nahrung, die aber feucht sein muss, gereicht worden ist, einen farblosen, etwas schleimigen, sauer reagirenden Saft aus, welcher die Auflösung der Nahrung bewirkt. In allen anderen Fällen, also auch, wenn ein Blatt in Folge mechanischer Reizung sich geschlossen hat, und selbst dann, wenn die stickstoffhaltige organische Substanz nicht feucht ist, secretiren die Drüsen nicht und die Blattoberfläche bleibt vollkommen

trocken¹⁾). Die Drüsen sind aber nicht über die ganze obere Fläche der Lamina gleichmässig verbreitet, sie nehmen allerdings den grössten Theil derselben ein, lassen aber auf allen vier Seiten einer seitlichen Blattspreitenhälfte, d. h. also unter den Randborsten, über der Mittelrippe, an der Basis und an der Spitze desselben einen schmalen Rand frei. Besonders zahlreich stehen die Drüsen gegen die Mittelrippe hin und hier zuweilen so dicht bei einander, dass sie sich mit ihren Rändern berühren. In der oberen Hälfte jeder Blatthälfte in der Nähe des gekrümmten und mit Borsten besetzten Randes stehen die Drüsen sparsam und mehr vereinzelt (Taf. I. Fig. 3 bei d); sie stehen also zweckmässiger Weise da am dichtesten, wohin gewöhnlich das gefangene Thier oder die dem Blatte gegebene organische Nahrung zu liegen kommt. Abgesehen davon habe ich eine Gesetzmässigkeit der Anordnung der Drüsen nicht auffinden können. Jedenfalls entstehen die Drüsen in Reihen, wie die Epidermiszellen, deren Erzeugnisse sie sind; doch hat die verschiedene Häufigkeit der Drüsen an verschiedenen Stellen des Blattes ihre reihenweise Anordnung ganz verwischt und unmerkbar gemacht.

Jede einzelne Drüse befindet sich in einer seichten Einsenkung der Epidermis, so dass die letztere zwischen zwei benachbarten Drüsen eine flache Erhebung bildet, was man besonders gut auf einem Querschnitte durch die Lamina beobachten kann. Mitunter ist die Oberfläche dieser Einsenkung der Unterfläche der Drüsen genau entsprechend gebogen, so dass sie gewissermassen einen Hohl- druck derselben darstellt. Jede Drüse von der Fläche gesehen ist kreisrund (Taf. I. Fig. 4 bei d) und besteht aus drei concentrischen Zellreihen, deren innerste, eigentlich eine Zellschicht, aus vier polygonalen Zellen besteht, welche in der Mitte in Kreuzform zusammengestossen. Die nächst äussere sie umgebende Zellreihe besteht aus acht Zellen und die äusserste enthält deren sechzehn; doch kommen hin und wieder Unregelmässigkeiten und Ausnahmen von diesem Typus vor, auch sind die Zellen einer ringförmigen Reihe bisweilen verschieden gross und auch sonst einander ungleich.

Drüsen von oben gesehen zeigen natürlich nur die Zellen der oberen Schicht des Drüsenkörpers. Im Längsschnitte betrachtet besteht jede Drüse im fertigen Zustande immer aus drei Theilen, von denen der erste in der Epidermis selbst steckt, nämlich:

- 1) dem Basalthcil der Drüse (Taf. I. Fig. 8 bei b),
- 2) dem Drüsenstiele (Taf. I. Fig. 8 bei st) und
- 3) dem Drüsenkörper (Taf. I. Fig. 8 bei k).

¹⁾ Darwin l. c. p. 295.

Der Basaltheil der Drüse hat ungefähr die Gestalt eines niedrigen, abgestumpften Kegels, der Ellipsen zu Grundflächen hat. Die grösste Axe desselben folgt der Längsrichtung der Epidermiszellen. Daher erscheint der Basaltheil in längs durchschnittenen Drüsen stets nach unten zu deutlich verbreitert und zeigt im Umriss die Form eines Trapezes; er besteht aus einem Zellenpaar; die primäre Basalzelle wird durch eine senkrecht auf der Blattfläche stehende Längscheidewand, welche der Längsrichtung der Epidermiszellen parallel geht, nochmals in zwei Zellen getheilt. Da nun aber die Zellen der Oberhaut, wie wir gesehen haben, in der Mittelrippe der Längsaxe des Blattes folgen, sonst in der Lamina senkrecht darauf stehen, so ergibt sich daraus von selbst, dass man auf Blattquerschnitten, welche Drüsen längs durchschnitten haben, jene Zellwand nur in denjenigen Drüsen sieht, welche auf der Mittelrippe liegen, weil sie nur hier vom Schnitte getroffen wird, dagegen auf den übrigen Theilen der Lamina der Schnittfläche parallel geht, und umgekehrt sieht man sie auf Längsschnitten durch das Blatt nur in den Drüsen auf den beiden Seitenhälften der Lamina (Taf. II. Fig. 7) und nicht in denjenigen der Mittelrippe.

Der Drüsenstiel, welcher auf diesen beiden Zellen aufsitzt und über die freie Oberfläche der Epidermiszellen emperragt, besteht aus zwei niedrigen, neben einander liegenden und nach oben schwach gewölbten Zellen (Taf. I. Fig. 8 bei st und Taf. II. Fig. 7 bei dr), von deren gemeinsamer Wandung ganz dasselbe gilt, was soeben von den Basalzellen angegeben wurde. Da nun zugleich jede der beiden Zellen des Stieles von oben gesehen ungefähr halbkreisförmig ist, so sehen Drüsenstiele, deren zugehörige Drüsen abgefallen sind, Spaltöffnungen nicht unähnlich (Taf. I. Fig. 4 bei ds) und können, oberflächlich betrachtet, um so mehr zu Täuschungen Veranlassung geben, als wirkliche Spaltöffnungen auf dieser Stelle der Blattoberseite, wie später gezeigt werden wird, überhaupt nicht vorhanden sind. Häufig wird der Drüsenkörper durch rauhe Berührung der Blattinnenfläche von seinem Stiele abgetrennt. Dasselbe gelingt auch, wenn das Blatt und demnach die darauf befindlichen Drüsen einigermaßen gross sind, durch vorsichtiges Schaben mit einem scharfen Messer, und man kann so die Drüsenstiele von oben her in grösserer Anzahl in ihrer Spaltöffnungen ähnlichen Gestaltung sehen.

Der eigentliche Drüsenkörper selbst endlich, welcher auf dem Stiele mit breiter Basis aufsitzt, besteht aus zwei übereinander liegenden und wie die obere Fläche der Stielzellen nach oben gewölbten Zellschichten (Taf. I. Fig. 8 bei k), deren obere fast um die

Breite ihrer Randzellen die unter ihr liegende überragt. Die Randzellen der unteren Schicht des Drüsenkörpers sind am stärksten nach oben, diejenigen der oberen Schicht sehr stark nach auswärts gekrümmt. Die Zellen des Drüsenkörpers sind bei kräftig vegetirenden Pflanzen mit einer schön purpurrothen, sonst aber mit farbloser Flüssigkeit erfüllt und enthalten keine Stärke.

Was die Entwicklungsgeschichte der Drüsen anbetrifft, so ist dieselbe ziemlich einfach und leicht zu beobachten. Die Drüsen bilden sich aus einer Epidermiszelle durch eine papillenartige Ausstülpung derselben (Taf. I. Fig. 5 bei a), welche sich durch eine Querscheidewand parallel der Oberfläche des Blattes abgrenzt. Die untere der beiden so entstandenen Zellen wird zum Basaltheil der Drüse; sie verbreitert sich später nach unten und theilt sich durch eine Längsscheidewand senkrecht auf der Blattfläche und parallel der Längsrichtung der Epidermiszellen. Die obere Zelle theilt sich dagegen nochmals durch zwei Querscheidewände parallel der Blattoberfläche in drei über einander liegende Zellen, von denen die unterste sich durch eine Längswand noch einmal theilt und zum Drüsenstiele sich ausbildet, während die beiden obersten den eigentlichen Drüsenkörper darstellen, indem sie sich noch durch verschiedentlich gestellte Zellwände, die aber sämmtlich zur Blattfläche senkrecht sind, in unregelmässiger Reihenfolge in diejenigen polygonalen Zellen theilen, welche wir schon oben kennen gelernt haben.

Wie die roth gefärbten Zellen in den Köpfchenhaaren von *Drosera*, so zeigen auch die Zellen der Drüsen auf der Blattoberseite von *Dionaea* die eigenthümliche Erscheinung der von Darwin entdeckten Aggregation¹⁾. Darunter versteht man bekanntlich die ziemlich raschen und unregelmässigen Gestaltveränderungen des rothen, von Darwin als Protoplasma betrachteten Farbstoffes, deren Uebertragung auf die benachbarten Zellen der Fortpflanzungsrichtung des Reizes folgt. Wie dort, so beginnt auch hier bei *Dionaea*, wie ich selbst noch beobachtet habe, die Aggregation jeder Drüsenzelle gewöhnlich mit der Zusammenziehung des rothen Farbstoffes, der dabei die verschiedensten Formveränderungen durchmacht, sich dann in mehrere Stücke theilt, die sich entweder wiederum theilen oder deren mehrere zu einem grösseren zusammenfliessen. Dabei macht sich ähnliche Mannigfaltigkeit geltend, wie Darwin an *Drosera rotundifolia* L. sehr ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen erläutert hat.

¹⁾ Darwin l. c. cap. III. p. 38 seq.

Indem ich gefärbte Nahrungsstoffe auf die Blätter brachte, gelang es mir, auch die Drüsenzellen selbst zu färben. Auf drei Blätter wurden kleine Stückchen von geronnenem und durch Anilinroth tief gefärbtem Eiweiss aufgelegt. Sämmtliche Blätter blieben nach diesem Versuche noch geöffnet, eines von ihnen schloss sich erst nach 24 Stunden zwar sehr langsam aber vollständig, desgleichen das zweite nach Verlauf von abermals 24 Stunden, und endlich 6 Stunden später auch das letzte von ihnen. Die während der ganzen Zeit constante Temperatur betrug $+ 28^{\circ}$ C., indem die Pflanzen in einem Heizkasten bei dieser Temperatur feucht gehalten wurden. Nach acht Tagen öffnete sich das Blatt, welches sich zuerst geschlossen hatte; das Eiweiss war vollständig verschwunden, die Blattoberseite schon wieder völlig trocken und mit zahlreichen rothen Pünktchen bedeckt, während sie vor dem Versuche gleichmässig grün war, da die Drüsen ursprünglich farblosen Zellinhalt besessen hatten. Besonders lebhaft gefärbt war in jeder Drüsenzelle nach dem Versuche ein grosser rundlicher Körper, wahrscheinlich der Zellkern (Taf. I. Fig. 4 bei d); das ganze übrige Gewebe des Blattes hatte von der rothen Färbung nichts angenommen oder zeigte doch nichts mehr davon, ausgenommen einige peripherische Gefässe aus dem mittleren grossen Gefässbündel des Blattstiemes, welche ebenfalls durch das Anilin roth gefärbt waren, jedoch mit einer gelblichen Nuance gegen die Drüsenzellen. Die auf solche Weise bewirkte Wiederfärbung der Drüsen hält sich sehr gut; sie ist jetzt, 14 Wochen nach den eben beschriebenen Versuchen noch recht deutlich zu erkennen und hat nur durch das Aufbewahren der Präparate in Glycerin sowohl, als auch durch das Liegen eines Restes jenes Blattes in absolutem Alkohol seit jener Zeit einen Stich ins Bläuliche angenommen. Ein zweiter Versuch an anderen Blättern, wobei unter übrigens gleichen Umständen Safran als Färbemittel angewendet wurde, gelang weniger gut, denn die Drüsenzellen waren wohl gelblich, doch nicht so intensiv gefärbt, wie in dem ersten Versuche, auch konnte ich eine Färbung der übrigen Theile des Blattes, namentlich der Gefässbündel, in diesem Falle nicht deutlich beobachten.

Die Sternhaare. Wie die Oberseite der Lamina zahlreiche Drüsen, so trägt die Unterseite derselben sternförmige, meist achtstrahlige Gebilde, welche, gleich den Drüsen, den morphologischen Werth von Trichomen haben. Da ihre Zellen röthlichbraun oder orange gefärbt sind, so werden die Sternhaare erst mit Hilfe des Mikroskopes sichtbar, wie die ungefärbten Drüsen. Wie diese, so sind auch die Sternhaare nicht über die ganze Unterfläche der Lamina gleichmässig verbreitet,

sondern sie sind am häufigsten auf der Mittelrippe, während die Drüsen an beiden Seiten derselben am gedrängtesten und zahlreichsten stehen. Auf denselben Stellen der Unterseite aber finden sich nur wenige und zerstreute Sternhaare und ebenso sind dieselben auf den Randborsten und zwar auf allen Seiten derselben, also auch in diesem Falle auf der Blattinnenfläche anzutreffen. Auf der eigentlichen Ober- oder Innenseite des Blattes habe ich niemals Sternhaare aufgefunden. Dagegen findet sich im Scheitel des Winkels, den je zwei Randborsten bilden, regelmässig ein Sternhaar. (Taf. I. Fig. 3 bei s.) Bei jüngeren Blättern sitzen diese Sternhaare an der tiefsten Stelle des Zwischenraumes zwischen den einzelnen Randborsten, bei älteren Blättern dagegen findet sich zwischen den mittelsten, also grössten Randborsten eine niedrige, stumpfpyramidale Erhebung des Blattgewebes bedeckt von der Epidermis, und trägt, wo sie vorhanden, auf ihrer Spitze das Sternhaar. Wenn man ein kleines, aber völlig entwickeltes Blatt in der Mittelrippe spaltet und dann eine Hälfte nach mehrtägigem Liegen in absolutem Alkohol mit einer schwachen Vergrösserung (etwa 30) betrachtet, womit man den gewimperten Rand zum grössten Theile übersehen kann, so gewährt die Regelmässigkeit der Lage je eines Sternhaares zwischen zwei Randborsten einen recht zierlichen Anblick (Taf. I. Fig. 3), um so mehr, als die Zellen der Sternhaare ihren röthlichbraunen Inhalt nicht verlieren, während das ganze übrige Blatt durch den Alkohol entfärbt wird.

Der anatomische Bau der Sternhaare ist ganz ähnlich demjenigen der Drüsen auf der Oberseite, deren homologe Vertreter auf der Unterseite sie sind. Die beiden Basalzellen und die des Stieles stimmen in Form und Lage, wie namentlich auch in der Richtung ihrer gemeinsamen Wandung vollständig mit denen der Drüsen überein (Taf. I. Fig. 10 bei sb und sst), so dass also der Unterschied zwischen Drüsen- und Sternhaaren wesentlich nur in dem oberen, von dem Stiele getragenen und über die Epidermis emporragenden Theile liegt. Derselbe besteht ebenfalls aus zwei übereinander befindlichen Zellschichten, welche nur wenige, um einen Punkt strahlenförmig angeordnete Zellen besitzen. Die Zellen der unteren Schicht bleiben kurz, diejenigen der oberen dagegen wachsen in 4 bis 8 lange, gleichmässig dicke, daher am freien Ende stumpfe Schläuche aus, die im fertigen Zustande unter einem spitzen Winkel gegen die Oberfläche des Blattes aufgerichtet sind (Taf. I. Fig. 10). Der röthlichbraune Inhalt derselben wird durch Alkohol und Glycerin zusammengezogen und nimmt dabei eine dunklere bis braunschwarze Färbung an.

Die Entwicklungsgeschichte der Sternhaare zu beobachten war mir noch nicht möglich; dieselben entstehen sehr viel früher, als die Drüsen, so dass sie auf den jüngsten, dem blossen Auge überhaupt noch sichtbaren Blättern, welche, wie erst das Mikroskop zeigt, fast allein aus der späteren Mittelrippe bestehen, schon in der fertigen Form vorkommen und zwar auffallender Weise in solcher Häufigkeit auftreten, dass sie sich auf Längs- wie auf Querschnitten durch ein solches junges Blatt zum Theil verdecken und das junge Blatt wie mit einem dichten Pelze von Sternhaaren gleichsam eingehüllt ist. Die Drüsen sind in diesem Alter noch nicht einmal durch Ausstülpung der Epidermiszellen angelegt. Ich zweifle indessen nicht, dass die Entwicklung der Sternhaare denselben Verlauf nimmt, wie diejenige der Drüsenhaare, von denen sie sich nur durch die geringere Zahl und die Gestalt der beiden obersten Zellschichten unterscheiden. Die Sternhaare besitzen keine so lange Lebensdauer, wie die Drüsen, indem sie vielmehr bald vertrocknen und abfallen. Man bemerkt dies natürlich am leichtesten auf den Randborsten und an den Sternhaaren zwischen denselben, wo dann an der tiefsten Stelle zwischen den Randborsten oder auf der pyramidenförmigen Erhebung zwischen ihnen nur noch die Stiele der Sternhaare zu sehen sind, gerade so wie bei den zufälligerweise und mit Gewalt abgestreiften Drüsen.

Die physiologische Bedeutung der Sternhaare betreffend, so hat sich Darwin ohne allen Erfolg, wie er selbst sagt, bemüht, irgend eine Function derselben bei der Ernährung der Pflanzen durch organische Substanz aufzufinden. Alle seine Versuche, die er angestellt hat, um zu erfahren, ob die Sternhaare organische Nahrung absorbiren könnten, ergaben negative Resultate. Es ist in der That unwahrscheinlich, dass die Sternhaare zu der Ernährung der Blätter durch Thiere in irgendwelcher Beziehung stehen; denn in diesem Falle ständen sie gerade dort, wo sie am allerentbehrlichsten sind, nämlich auf der Unterseite der Lamina, auf den Randborsten, zwischen ihnen und, wie ich später noch zeigen werde, auf dem Blattstiele, der weder reizbar ist, noch auch irgendwelche organische Substanz selbstständig aufzunehmen vermag, die ihm nicht aus der Lamina zugeführt wird. Hervorzuheben ist, dass die Sternhaare gerade an denjenigen Stellen des Blattes vorkommen, wo auch die Spaltöffnungen liegen.

Die Spaltöffnungen fehlen der Oberseite der Lamina, wenn wir von den Randborsten absehen, durchweg, dagegen sind sie zahlreich auf der Unterseite zu finden, auch auf den Randborsten, wo sie, wie die

Sternhaare, nicht bloss auf der äusseren Fläche derselben, sondern rings um dieselben, also auch auf der Oberseite der Randborsten stehen. Am häufigsten sind aber die Spaltöffnungen, wieder wie die Sternhaare, in der Nähe der Mittelrippe der Unterseite und auf dieser selbst, wo sie deutlich in Reihen stehen. Wie die Epidermiszellen zwischen der Mittelrippe und den Lappen der Lamina in Bogen angeordnet sind, so folgen auch die Spalten dieser Richtung, haben also an verschiedenen Stellen eine verschiedene Lage (Taf. II. Fig. 1 bei sp), die scheinbar ganz unregelmässig wäre, wenn man von derjenigen der anliegenden Zellen der Oberhaut absähe. Das vollständige Fehlen der Spaltöffnungen auf der Oberseite der Lamina darf meiner Ansicht nach nicht Wunder nehmen; denn die Spaltöffnungen stehen bekanntlich „da am häufigsten, wo ein lebhafter Austausch der Gase zwischen der Pflanze und der umgebenden Luft stattfindet, denn sie sind physiologisch genommen nichts Anderes als die Ausgänge der Intercellularräume des inneren Gewebes, die sich stellenweise zwischen den Epidermiszellen nach aussen öffnen¹⁾.“ Die Ernährung durch die Blätter scheint vielmehr dermassen vertheilt zu sein, dass diejenige durch organische Körper, gewöhnlich Thiere, ausschliesslich von der Oberseite besorgt wird, während daneben noch die Aufnahme anorganischer, luftförmiger Verbindungen der Unterseite der Lamina und beiden Seiten des Blattstieles, welcher vielleicht dafür ausnahmsweise so breit entwickelt ist, zukommt. Auch besitzt die Oberseite der Lamina auf den Randborsten, welche selbst nach dem Verschlusse des Blattes noch der äusseren Luft auf allen Seiten ausgesetzt sind, Spaltöffnungen, durch die auch ein Gasaustausch stattfinden kann.

Die den Schliesszellen der Spaltöffnungen benachbarten Epidermiszellen sind nicht anders gestaltet, als die übrigen Zellen der Oberhaut und namentlich ebenso langgestreckt (Taf. II. Fig. 1). Die Schliesszellen der Spaltöffnungen selbst haben von der Fläche gesehen die gewöhnliche halbmondförmige Gestalt, sind nach oben schwach gewölbt und gleichen von der Seite gesehen einem Ringausschnitte (Taf. I. Fig. 12 bei s). Sie sind gleich den übrigen Epidermiszellen mit Chlorophyll versehen und lassen einen ziemlich grossen Porus zwischen sich. Dieser letztere ist, in seiner vertikalen Richtung betrachtet, mitten weiter als oben und unten. Auf einem Längsschnitte durch die Spaltöffnung, welcher beide Schliesszellen halbirt, bemerkt man darum in der Mitte eine im Umrisse ungefähr

¹⁾ Sachs, Lehrbuch der Botanik. 4. Auflage. Seite 104.

kreisförmige Höhlung, die sich nach oben und unten in einen engen Kanal fortsetzt.

Das Grundgewebe. Im Allgemeinen besteht das Grundgewebe der Lamina von *Dionaea* aus verlängerten parenchymatischen Zellen, welche in ganz derselben Richtung wie die Epidermiszellen gestreckt sind, d. h. also in der Mittelrippe parallel der Wachstumsaxe des Blattes, in dem übrigen Theile der Lamina hingegen senkrecht darauf. Im Besonderen jedoch zeigt das parenchymatische Grundgewebe der Mittelrippe einige Verschiedenheiten von demjenigen der beiden seitlichen Laminahälften, weshalb wir auch die erstere von diesen gesondert betrachten wollen.

Die in der Mittelrippe unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellenschichten des Grundgewebes sind von den inneren nicht wesentlich verschieden, so dass hier weder ein Hypoderm, noch eine eigentliche Pallisadenschicht, noch ein besonderes Schwammgewebe unterschieden werden kann. Sie sind vielmehr eng, ungefähr von ebenso weitem Lumen, wie die Epidermiszellen, im Querschnitte rundlich und in der Längsrichtung des Blattes, wenn auch wenig, so doch immer deutlich verlängert. Von ihnen ab nehmen die Zellen um so mehr an Weite sowohl wie an Länge zu, je mehr sie nach innen zu liegen und dem einzigen centralen Gefässbündel der Mittelrippe sich nähern, gehen aber in dessen nächster Umgebung wiederum in kürzere und engere Zellen über; auch sind die Zellen der Oberseite des Blattes in der Regel etwas weiter als die der Unterseite. Die inneren grösseren Parenchymzellen sind dünnerwandig und besitzen bei Weitem nicht so viel Chlorophyll, wie die äusseren und kleineren. Die ersteren sind ferner ebenfalls im Querschnitte rundlich und lassen sehr zahlreiche Intercellularräume von verschiedener Gestaltung zwischen sich. Die Chlorophyllkörner sind denjenigen in den Epidermiszellen gleich, oval (Taf. III. Fig. 1), durchscheinend und in dem schon oben bei der Betrachtung der Oberhautzellen angeführten Falle mehr oder minder stärkehaltig. Dabei findet ein allmählicher Uebergang von den engen, sehr chlorophyllreichen peripherischen Zellen des Grundgewebes zu den inneren desselben statt, so dass an eine Grenze verschiedener Schichten in Wirklichkeit, wie erwähnt, nicht gedacht werden kann.

Von dem Grundgewebe der Mittelrippe unterscheidet sich dasjenige in den beiden Laminahälften zunächst dadurch, dass seine sämtlichen Parenchymzellen sehr viel mehr in die Länge senkrecht zur Mittelrippe gestreckt sind, als in dieser (Taf. II. Fig. 2 bei gi) und zwar die inneren noch mehr als die äusseren. Auch tritt im

Grundgewebe der Spreitenhälften der Unterschied von mittleren chlorophyllarmen, dem Schwammgewebe vergleichbaren Zellenschichten und oberen und unteren chlorophyllreichen Zellenschichten deutlicher hervor, als in der Mittelrippe. In der Breite übertreffen die inneren Grundgewebezellen der Spreitenhälften die äusseren viel mehr, als dieses in der Mittelrippe der Fall ist (vergleiche Taf. II. Fig. 3 und Fig. 7). Auch sind die Wände der inneren Zellen im Querschnitte nicht mehr gerade oder einfach nach aussen gekrümmt, wie bei den äusseren, sondern in verschiedener Weise unregelmässig gebogen (Taf. II. Fig. 7 bei ig). Die meisten von ihnen enthalten nicht nur weniger Chlorophyll, als die äusseren Zellen des Grundgewebes und die Epidermis, sondern viele entbehren desselben sogar vollständig. Endlich lassen sie sehr grosse, meist immer im Querschnitte dreieckige Intercellularräume zwischen sich, deren Wandungen ebenfalls öfters nicht gerade, sondern nach aussen zu gekrümmt sind (Taf. II. Fig. 7 bei i). In der Umgebung der die Lamina zahlreich in paralleler Richtung und senkrecht zur Mittelrippe durchziehenden Gefässbündel befinden sich wiederum engere, viel Chlorophyll enthaltende, aber auch sehr langgestreckte Zellen, jedoch findet auch hier hinsichtlich der Weite des Lumens und bezüglich des Chlorophyllgehaltes ein allmählicher Uebergang einerseits von oben und unten, andererseits von den Gefässbündeln nach allen Seiten hin statt.

Gemeinsam ist zwischen dem Grundgewebe der Mittelrippe und dem der übrigen Lamina, dass die mehr oberflächlichen Zellen in beiden Theilen im Querschnitte rundlich sind und die inneren zartere Wandungen besitzen, als die äusseren, ferner, dass, wie die Epidermiszellen der Blattoberseite, so auch die unter ihnen befindlichen des Grundgewebes weiter sind, als auf der Unterseite der Lamina (vergleiche Taf. II. Fig. 3 und Fig. 7), und endlich ist gemeinschaftlich das Vorkommen von wieder engeren und chlorophyllreicheren Zellen in der Umgebung der Gefässbündel.

Die Zellen des Grundgewebes in der Lamina von *Dionaea* sind in derselben Richtung langgestreckt, welche den kürzesten Weg des motorischen Impulses bildet, nachdem das Blatt gereizt ist. Denn wiewohl Darwin¹⁾ durch verschiedene Versuche gezeigt hat, dass der motorische Impuls von einer der sechs Mittelborsten aus nach allen Richtungen hin radial sich ausbreitet, so wird derselbe doch beim unverletzten Blatte von der betreffenden Mittelborste nach der Mittelrippe und von da in die andere Laminahälfte übergehen. Viel-

¹⁾ Darwin l. c. p. 313.

leicht bewegt er sich, wie schon Darwin glaubt, um so schneller, je länger und weiter die von ihm zu durchlaufenden Zellen sind, und aus diesem Grunde mögen auch die Zellen des Grundgewebes in den seitlichen Laminahälften verlängerter sein, als in der Mittelrippe, weil in letzterer der motorische Impuls den Weg parallel der Mittellinie des Blattes nie nimmt, sondern quer durch von einer Laminahälfte zur anderen geht. Für diese Ansicht spricht nun auch die grössere Weite der oberen Zellen des Grundgewebes und der Epidermis; denn der motorische Impuls wird von den Mittelborsten, welche ja auf der Oberseite der Lamina stehen, oder von der organischen Substanz, welche ebendahin gebracht werden muss, auch näher der oberen, als der unteren Blattfläche in den Zellen geleitet werden, um das Blatt zur Schliessung zu veranlassen. Endlich sei nur noch darauf hingewiesen, dass auch in den Köpfchenhaaren von *Drosera* die Zellen parallel der Längsaxe gestreckt sind, und diesen Weg allein kann hier der motorische Impuls nehmen, während er bei *Dionaea* auch Umwege machen kann.

Die Gefässbündel. Auch in Hinsicht der Gefässbündel verhält sich die Mittelrippe der Lamina von deren beiden Seitentheilen sehr verschieden. In der Mittelrippe verläuft ihre ganze Länge hindurch und genau die centrale Axe einnehmend ein einziges, sehr dickes Gefässbündel, welches nach der Spitze des Blattes zu sich allmählich verjüngt und schon vor derselben blind im Grundgewebe endet (Taf. I. Fig. 3 bei g). Von demselben gehen unter fast rechten Winkeln zahlreiche, jedoch sehr viel schwächere Gefässbündel ab. Dieselben verlaufen unter einander scheinbar parallel, in Wirklichkeit jedoch von der Mittelrippe nach den Randborsten, wie die geradlinigen Ränder an der Blattbasis und -Spitze divergirend. Sie bleiben ferner bis nahe zum gekrümmten Rande ungetheilt, dort aber spaltet sich ein jedes derselben in zwei einen spitzen Winkel einschliessende Aeste, von denen sich jeder mit einem solchen des benachbarten Gefässbündels vereinigt. Je ein einfaches, auf solche Weise wieder vereinigt Gefässbündel tritt in jede Randborste ein. Diese Art der Theilung der Gefässbündel und Wiedervereinigung ihrer Gabeläste ruft das Bild einer Zickzacklinie von Gefässbündeln hervor, welche längs des gekrümmten Randes unter den Randborsten in einem Bogen, wie dieser selbst verläuft. Natürlicherweise kommen auch hier wieder Unregelmässigkeiten und Ausnahmen von diesem Schema vor, so gabeln sich die aus der Mittelrippe kommenden Gefässbündel nicht selten schon früher (Taf. I. Fig. 3 bei gf), in der Mitte der Laminahälften etwa, oder auch erst viel später (Taf. I.

Fig. 3 bei gs), als im normalen Verlaufe, z. B. erst am Grunde der Randborsten selbst, oder sie gabeln sich mehrmals übereinander, ohne dass jedoch solche Unregelmässigkeiten den geschilderten Typus undeutlich machen könnten. Manche Gefässbündel erreichen die Randborsten gar nicht (und dies sind meist schwächere), sondern enden blind im Grundgewebe der Laminahälften, bisweilen schon vor der Mitte der Strecke, welche sie eigentlich zurücklegen sollten.

Das axile Gefässbündel der Mittelrippe ist dicker, oder doch mindestens ebenso dick, wie alle anderen beider Laminahälften zusammengenommen (Taf. I. Fig. 3 bei g und g'); nimmt man noch dazu, dass die Art der Verzweigung der Gefässbündel ausserordentlich zweckmässig ist, um auch die entferntesten Punkte des Blattes mit einander in Communication zu bringen, so liegt die Vermuthung nahe, dass die Gefässbündel zu der Leitung des motorischen Impulses in naher Beziehung stehen. Darwin hat indessen durch verschiedene Versuche, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, gezeigt, dass, entgegen der Ansicht der meisten Pflanzenphysiologen über reizbare Organe, die Gefässbündel für die Leitung des motorischen Impulses in den Blättern von *Dionaea* gar nicht nothwendig sind¹⁾, und wir werden später sehen, dass in die sechs Mittelborsten, auf deren Reizung erst die Bewegung der Laminahälften erfolgt, überhaupt gar keine Gefässbündel eintreten, sondern dieselben unter ihnen, wie ich öfters auf Querschnitten durch Laminahälften beobachtet habe, ohne von ihrer Richtung abzulenken, vorbeigehen. Auch enthalten nach Cohn²⁾ die Blätter von *Aldrovanda* überhaupt keine Gefässbündel und sind dennoch äusserst reizbar.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass die Gefässbündel auch mit den für die Ernährung der Pflanzen durch organische Substanz so äusserst wichtigen Drüsen der Blattoberseite in keinerlei directer Verbindung stehen, wie schon hinreichend aus der obigen anatomischen Beschreibung der Drüsen hervorgeht. Es scheint zuweilen, als ob Drüsen von der Fläche gesehen über einem Gefässbündel der Blattspreite in einer Reihe angeordnet seien, jedoch ist dies immer nur Zufall und man überzeugt sich abgesehen von einem Blattquerschnitte schon bei den übrigen Drüsen desselben Blattes vom Gegentheile.

1) Darwin l. c. p. 313.

2) Cohn. Ueber die Funktion der Blasen von *Aldrovanda* und *Utricularia* aus „Beiträge zur Biologie der Pflanzen.“ Band I. Drittes Heft. Breslau 1875.

Die Zusammensetzung der Gefässbündel ist sehr einfach; sie sind sämmtlich geschlossene; das Xylem besteht in denen der Laminahälften aus lauter Spiralgefässen (Taf. II. Fig. 2 bei sp), und selbst das grosse Gefässbündel der Mittelrippe besteht aus keinen anderen Gefässen. Das Phloem besteht aus Weichbast; echter Bast fehlt gänzlich. Der erstere enthält Gitterzellen und Cambiform, bestehend aus engen, immer beträchtlich verlängerten und dünnwandigen Zellen, welche sich an ihren schmalen Enden mit geraden d. h. senkrecht zur Längenrichtung gestellten, seltener mit schiefen Scheidewänden begrenzen (Taf. II. Fig. 2 bei wb). Der Weichbast setzt auch bei dem dicken, axilen Gefässbündel in der Mittelrippe den Phloemtheil ausschliesslich zusammen, so dass also in den Bestandtheilen das Gefässbündel der Mittelrippe sich vor den übrigen nicht auszeichnet und lediglich durch seine grössere Mächtigkeit dieselben übertrifft.

Auswüchse des Blattgewebes. Die Randborsten und die Erhebungen zwischen ihnen. Querschnitte durch die Randborsten zeigen, dass dieselben sich als dreiseitige, schlanke Pyramiden betrachten lassen, deren Seitenkanten abgerundet sind (Taf. I. Fig. 13.) Eine Seitenfläche ist nach auswärts und abwärts gekehrt, die Durchschnittskante der beiden anderen sieht nach der Ober- oder Innenseite der Lamina. Die Randborsten sitzen dem gekrümmten Rande des Blattes mit ihrer breitesten Querschnittsfläche auf und nehmen, wie bereits erwähnt, von der Mitte des Randes, wo die grössten stehen, bei lenseits an Länge und Dicke ab. Im anatomischen Bau gleichen sie der Mittelrippe. Die Epidermiszellen sind ebenfalls im Querschnitte rundlich, langgestreckt und besitzen auf allen Seiten Spaltöffnungen und Sternhaare. Die unter ihnen liegenden Zellen des Grundgewebes sind meist ebenso gross und nehmen von aussen nach innen an Weite zu, während sie zugleich in demselben Verhältnisse dünnerwandig werden. Alle lassen zahlreiche und verschieden geformte Intercellularräume zwischen sich ganz so, wie in der Mittelrippe. Die Randborsten werden von einem einzigen, aus wenigen Spiralgefässen zusammengesetzten Gefässbündel durchzogen, in dessen Umgebung die Zellen des Grundgewebes wieder enger werden. Das Gefässbündel läuft nicht genau in der Mitte der Randborsten, sondern mehr nach der Innenseite derselben zu, verjüngt sich nach der Spitze, indem die Zahl der Spiralgefässe immer mehr und mehr abnimmt und endet endlich blind — oft noch weit vor der Spitze — im Grundgewebe. Dass die Randborsten, obwohl von einem Gefässbündel durchzogen, dennoch keine eigene Bewegung bei dem Schliessen des Blattes besitzen, sondern nur diejenige der Laminalappen mitmachen, und

vermöge ihrer alternirenden Stellung in einander greifen müssen, kann als ein weiterer Beweis dafür angesehen werden, dass die Gegenwart der Gefässbündel für die Leitung des motorischen Impulses eben gar nicht nothwendig ist.

Die Erhebungen des Blattgewebes, welche sich zuweilen noch bei alten Blättern zwischen den mittleren Randborsten befinden, unterscheiden sich von den letzteren dadurch, dass sie immer sehr niedrig bleiben, indem die Reihen der Epidermiszellen, welche ihre Aussenfläche nach der Spitze convergirend hinauflaufen, in der Regel nur aus drei oder zwei, ja nicht selten aus einer einzigen langgestreckten Zelle gebildet werden, weshalb ich auch Spaltöffnungen auf ihnen niemals beobachtet habe. Sie unterscheiden sich ferner von den Randborsten dadurch, dass sie nicht nur niedriger, sondern auch sehr viel stumpfer sind, nur ein einziges Sternhaar auf ihrer Spitze besitzen, das aber später abfällt, und endlich durch den Mangel eines Gefässbündels.

Die Mittelborsten. Inmitten der so zahlreichen Drüsen erheben sich auf der Oberseite jeder Laminahälfte gewöhnlich drei haarförmige Gebilde, welche ich im Gegensatze zu den ähnlichen Hervorragungen des Randes als Mittelborsten bezeichnet habe. Sie bestehen im Gegensatze zu den Randborsten aus zwei deutlich geschiedenen und im Bau abweichenden Theilen. Der untere, den ich Basaltheil nennen will, ist kurz, cylindrisch aber am Grunde deutlich verbreitert (Taf. II. Fig. 5 bei b). Er besteht aus denselben Elementen, wie die unter der Epidermis liegenden Schichten des Grundgewebes der Laminahälften selbst, d. h. aus parenchymatischen, wenig und zwar in der Längenrichtung der Mittelborsten verlängerten Zellen. Ein Gefässbündel enthält er nicht und bildet dadurch einen wesentlichen Gegensatz zwischen Mittel- und Randborsten, doch nimmt seine Axe ein Strang engerer, kurzer Zellen mit sehr kleinen Kernen ein, aber nie Gefässe (Taf. II. Fig. 5 bei m). Dieser basale Theil fungirt als Gelenk der Mittelborsten und ist demgemäss oft am Rande einmal oder mehrmals eingebogen und erscheint dann im optischen Längsschnitte wie gekerbt. Wenn die Mittelborsten unter rechten Winkeln zur Blattoberfläche unbeweglich ständen, so könnten sie leicht abgebrochen werden, wenn das Blatt sich schliesst, und dieses würde dadurch seine wichtigsten Organe einbüssen. Das Gelenk gestattet dagegen denselben sich umzulegen, wenn sich das Blatt schliesst, und in dieser Lage sind sie oft von mir beobachtet worden. Selbst wenn ein Theil der Lamina, worauf eine Mittelborste sitzt,

zwischen Hollundermark gebracht wurde, um einen Längsschnitt durch dieselbe zu führen, so brach sie dennoch nie ab, sondern befand sich auf dem Schnitte nur noch in mehr oder minder niederbeugter Stellung.

Der obere, sehr viel längere und kegelförmige Theil, welcher als die eigentliche Mittelborste bezeichnet werden mag, ist an seinem unteren Ende, wo er mit dem Basaltheile sich verbindet, plötzlich eingeschnürt und besteht aus sehr verlängerten und engen Zellen (Taf. II. Fig. 5 bei o); wo er mit einem centralen, kreisförmigen Theile aufsitzt, enthält er kurze, polygonale, meist sechseckige Zellen.

Die Zellen des kegelförmigen Theiles oder der eigentlichen Mittelborste sollen nach Darwin gewöhnlich mit einer purpurfarbenen Flüssigkeit erfüllt sein, welche, wie diejenige in den Drüsen von *Dionaea* und die der Zellen in den Köpfchenhaaren von *Drosera* Aggregation zeigt, deren Verlauf aber bei den Mittelborsten einen umgekehrten Weg nimmt, als bei *Drosera*, d. h. von der Basis zur Spitze geht; ich selbst habe diese purpurne Flüssigkeit in den Zellen der Mittelborsten von *Dionaea* nie gefunden.

Die Mittelborsten entstehen durch Ausstülpung eines Zellencomplexes aus dem Grundgewebe des Blattes, bedeckt gleichmässig vom Dermatogen und in diesem frühen Zustande von ungefähr halbkugelliger Gestalt, wie Querschnitte durch sehr junge Blätter zeigen, welche eine von den Mittelborsten getroffen haben. Indem sich nun diese Emergenz verlängert, nimmt zugleich ihr oberer Theil an Umfang zu, während der untere darin hinter ihm zurückbleibt, so dass die junge Mittelborste in diesem Zustande eine keulenförmige Gestalt, jedoch mit etwas verjüngter Spitze, besitzt (Taf. II. Fig. 4). Die Zellen des oberen Theiles verlängern sich nun einfach bedeutend in der Richtung der Längsaxe, während derselbe zugleich immer mehr sich zuspitzt und zu dem kegelförmigen oberen Ende der Mittelborste ausbildet. Im unteren Theile dagegen erfahren die einzelnen Zellen keine weiteren bemerkenswerthen Veränderungen, um dasjenige Gebilde zusammenzusetzen, welches ich oben als das Gelenk der Mittelborsten bezeichnet habe. Aus obiger anatomischer Untersuchung ergibt sich, dass die Mittelborsten und Randborsten morphologisch nicht gleichwerthig sind; die letzteren entsprechen Blatzzähnen, während die ersteren den Werth von Emergenzen oder Stacheln besitzen.

Von einer Vergleichung der Anatomie der Blätter von *Dionaea* mit denen von *Aldrovanda* und *Drosera*, welche sehr interessante

Homologien und Verschiedenheiten herausstellt, sehe ich, als nicht im Plane dieser Abhandlung liegend, ab¹).

Der Blattstiel. In anatomischer Beziehung schliesst sich der Blattstiel an die Mittelrippe der Lamina an. Die Epidermiszellen sind sämmtlich langgestreckt und zwar in allen Theilen des Blattstieles in der Richtung der Wachsthumsaxe, sie sind ferner ebenfalls chlorophyllhaltig und erzeugen sowohl auf der Unter-, als auch auf der Oberseite zahlreiche Sternhaare (Taf. III. Fig. 4 bei st) und Spaltöffnungen. Durch letzteren Umstand wird der breitgefügelte Blattstiel, wie ich meine, gewissermassen zum Ersatz für die Oberseite der Lamina, welche keine Spaltöffnungen trägt, weil sie bei ihrer Function geschlossen sein muss. In dieser Ansicht bin ich bestärkt worden durch die sehr grosse Anzahl der Spaltöffnungen auf den Flügeln des Blattstieles unten und nicht minder oben. Die Spaltöffnungen sind auf dem Blattstiele sogar sehr viel zahlreicher als die Sternhaare. Bisweilen stehen einzelne der letzteren auf der Spitze ähnlicher Erhebungen des Blattstielgewebes, wie ich zwischen den Randborsten der Lamina beobachtet habe. Beide, Spaltöffnungen wie Sternhaare, stimmen im anatomischen Bau mit denjenigen der Lamina völlig überein, weshalb hier auf diese verwiesen wird. Auch in Betreff des Grundgewebes ist nichts wesentlich Verschiedenes von demjenigen der Mittelrippe der Lamina anzuführen. Dasselbe besteht aus im Querschnitte rundlichen, in derselben Richtung, wie die der Epidermis, verlängerten, parenchymatischen Zellen, welche vom Umfange nach innen zu an Weite, Länge und Dünnwandigkeit zunehmen. Hervorgehoben verdient aber noch zu werden die Anordnung der chlorophyllführenden Zellen; nämlich wie in der Lamina enthalten nicht alle Zellen gleichmässig Chlorophyll; sehr chlorophyllreich sind die äusseren, unter der Epidermis liegenden Zellenschichten des Grundgewebes, ferner diejenigen in der Umgebung der Gefässbündel, welche wieder enger sind, und endlich einzelne, grössere oder kleinere Gruppen von Zellen, die vom Rande nach innen vorspringen, oder ganz von farblosem Grundgewebe umgeben sind, eine bestimmte, gesetzmässige Anordnung übrigens aber nicht erkennen lassen. Im Querschnitte des Blattstieles bei einer schwachen Vergrösserung erscheinen darum nur die Flügel völlig grün, weil hier die chlorophyllführenden Randschichten der Ober- und Unterseite

¹) Vergleiche über *Aldrovanda*: Cohn, Flora 1850 No. 43 und Jahresber. der Schles. Gesellschaft pro 1850 p. 108—114; Caspary, Botanische Zeitung 1859; über *Drosera*: Nitschke, De *Droserae foliorum irritabilitate*, Dissertation 1854, Botanische Zeitung 1860 und 1861.

einander berühren, ohne farbloses Grundgewebe zwischen sich zu lassen; die im Querschnitte ungefähr halbkreisförmige Mittelrippe erscheint dagegen fast farblos, umgeben von einem grünen Rande und einzelne grüne Zellengruppen wie Inseln umschliessend.

Der Gefässbündelverlauf im Blattstiele ist weitaus verschieden von demjenigen in der Lamina. Auch im ersteren unterscheidet man zwar ein axiles, sehr grosses und zahlreiche laterale, sehr viel schwächere Gefässbündel, doch zweigen sich die letzteren unter sehr spitzen Winkeln von dem mittleren ab (Taf. III. Fig. 3) und laufen deshalb mit ihm eine Strecke ungefähr parallel oder in flachen Bogen und vereinigen sich wieder mit den nächst oberen. Sie gabeln sich ihrerseits unter denselben Winkeln und theilen sich dabei in immer schwächere Gefässbündel, bis am Rande des Blattstieles die feinsten derselben blind im Grundgewebe verlaufen. Auch die weiten Maschen des Gefässbündelnetzes werden von schwächeren Gefässbündeln ausgefüllt und eben solche verbinden auch das mittelste Gefässbündel mit dem ihm benachbarten. Ein Blattstielquerschnitt zeigt deshalb zu beiden Seiten des axilen grössten noch mehrere kleinere Gefässbündel in der Mittelrippe und namentlich in den Flügeln, die alle ungefähr in einer geraden Linie liegen und um so mehr an Zahl zunehmen, je weiter oben der Querschnitt genommen wird. Noch muss hervorgehoben werden, dass eine Symmetrie in der Verzweigung der Gefässbündel zu beiden Seiten des axilen keineswegs besteht (Taf. III. Fig. 3), wenn auch der Verlauf in beiden Flügeln derselben Regel folgt.

Die Gefässbündel des Blattstieles enthalten im Xylemtheile zwar nicht ausschliesslich, wie in der Lamina, aber doch vorwiegend Spiralgefässe, daneben aber noch Ring- und Netzgefässe, und der Weichbast, aus Cambiform und Gitterzellen bestehend, ist auf der Unterseite bei Weitem stärker entwickelt, als auf der oberen.

Der sehr kurze, ungeflügelte, oberste Theil des Blattstieles zwischen dem geflügelten und der Laminabasis ist im Querschnitte ungefähr kreisrund, enthält nur das mittlere grösste Gefässbündel (Taf. I. Fig. 3 bei z) und trägt auf allen Seiten Sternhaare und Spaltöffnungen, er schliesst sich also in letzterer Beziehung an den Blattstiel an.

Die bisher geschilderten anatomischen Verhältnisse betrafen nur die oberirdischen Theile des Blattstieles, über die unterirdischen sind aber noch einige Punkte von Bedeutung hervorzuheben:

Oberhalb des die Umgebung von *Dionaea muscipula* bei unseren Kulturen bildenden Torfmooses verschmälert sich der Blattstiel allmählich von seiner Spitze ab nach der Basis, unterhalb der Erd-

oberfläche dagegen verbreitert er sich wieder in einen nicht mehr grünen, sondern weissen oder gelblichen, blattscheidenähnlichen, im Querschnitte concav-convexen oder sichelförmigen Basaltheil. Diese Theile sämtlicher alten Blätter bilden zusammen eine Art Zwiebel (Taf. I. Fig. 1 bei b) und sind auch, physiologisch genommen, wie wir sogleich sehen werden, einer solchen äquivalent.

In der Anatomie ist zunächst als unterscheidend von den oberirdischen Theilen zu betonen, dass ein Zunehmen in der Weite und überhaupt Grösse der Zellen des Grundgewebes von aussen nach innen nicht stattfindet, alle Zellen desselben sind vielmehr gleich gross (Taf. III. Fig. 5 bei gr) und zwar ebenso gross als die innersten Zellen im Grundgewebe des oberirdischen Theiles des Blattstieles. Deshalb ist auch die einschichtige Epidermis, deren Zellen eng sind (Taf. III. Fig. 5 bei e), wie im chlorophyllhaltigen oberen Theile, und auf der Ober- und Unterseite Sternhaare erzeugen, gegen die unmittelbar unter ihr liegende Zellschicht scharf abgesetzt, während letztere im oberen Theile ungefähr ebenso grosse Zellen enthielt. Sämtliche Zellen des Grundgewebes sind nicht mehr rundlich, sondern eckig, von geraden Wandungen begrenzt und schliessen in der Regel ohne Intercellularräume dicht zusammen. Was endlich den Inhalt anbetrifft, so enthalten sie sämtlich, sowie auch die Epidermiszellen ausschliesslich Stärkekörner und zwar in so ungeheurer Menge, dass nicht der geringste leere Raum übrig bleibt, die Zellwände nicht mehr deutlich unterschieden werden können und die dünnsten Schmitte ganz undurchsichtig sind, wenn nicht die Stärkekörner durch Kali aufgequellert und dadurch zugleich durchsichtig gemacht werden. Die unterirdischen Scheidentheile der Blätter dienen also als Reservestoffbehälter der perennirenden Pflanze. Die Gestalt der Stärkekörner ist abweichend von denen im oberirdischen Blattstiele und in der Lamina. Denn während sie hier oval sind (Taf. III. Fig. 1), wie wir sahen, haben sie im Scheidentheile eine mehr oder weniger verlängerte, cylinder- oder stäbchenförmige Gestalt (Taf. III. Fig. 2), ohne indessen anders gebildete auszuschliessen, namentlich enthalten die engeren Zellen in der Umgebung der Gefässbündel in mehreren Schichten kleinere und ovale Stärkekörner. Natürlich findet einerseits in Bezug auf die Form der Zellen des Grundgewebes, andererseits hinsichtlich ihres Inhaltes ein allmählicher Uebergang zwischen den chlorophyllhaltigen im oberirdischen Theile des Blattstieles und den bloss Stärke enthaltenden des unterirdischen Statt.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Dionaeablattes. Höchst

interessant ist die Entwicklungsgeschichte des Blattes von *Dionaea*. Nur beim völlig ausgewachsenen Blatte bildet die Mittelrippe der Lamina die geradlinige Verlängerung des Blattstieles; bei jüngeren bildet sie mit demselben einen stumpfen Winkel, vorher einen rechten, ja spitzen, und bei den jüngsten Blättern, welche noch über die Erdoberfläche emporragen und in dem Mittelpunkte der Blätterrosette gesehen werden, liegt die Lamina mit ihrem gezähnten Rande auf der oberen Fläche des Blattstieles auf (Taf. I. Fig. 1 bei 1), oder genauer, da der letztere in diesem Falle noch nicht flach ausgebreitet ist, sondern seine noch schmalen Flügel senkrecht zur Mittelrippe aufgerichtet sind, so liegt die Lamina in dem rinnenförmigen Blattstiele (Taf. III. Fig. 4) ganz so, wie die Klinge eines zusammengeklappten Taschenmessers in der Scheide desselben. Bei noch jüngeren Blättern, welche aber von oben nicht mehr sichtbar sind, sondern tief unter dem Boden im rinnenförmigen Stiele des nächst älteren Blattes verborgen stecken, wächst der Winkel, welchen die Lamina mit dem Blattstiele bildet, wieder bis zum gestreckten; diese Blattanlagen sind farblos und können erst nach dem Ausheben der Pflanze und Entfernen aller älteren Blätter aufgefunden werden.

Die Lamina hat also im jüngsten Zustande dieselbe Lage, wie im erwachsenen und beschreibt im Verlaufe ihrer Entwicklung zuerst einen Winkel von 180° in der Richtung zum Vegetationspunkte, um später merkwürdiger Weise denselben Weg wieder zurück zu machen. Allein ausser der Verschiedenheit der Lage in den auf einander folgenden Altersstufen haben wir noch die viel auffallendere Verschiedenheit in der Gestalt der Lamina zu betrachten.

Den Vegetationspunkt von *Dionaea* zu untersuchen ist darum nicht ohne Schwierigkeit, weil derselbe tief im Centrum in den zwiebelförmigen Basen der in einander geschachtelten jungen Blätter verborgen ist. Bei einem gelungenen Präparate glückte es mir, die jüngsten Blattanlagen bloss zu legen, welche von dem nicht kegelförmig erhobenen, sondern flachen Vegetationspunkte erzeugt waren. Diese Blattanlagen zeigten die Gestalt zusammengedrückter Kegel mit stumpfer Spitze (Taf. III. Fig 7), an denen zwischen Blattstiel und Spreite noch keine Sonderung erkennbar ist, doch entspricht ohne Zweifel der primäre Blattkegel der zukünftigen Lamina, welche demnach zuerst gebildet ist; jedoch bleibt die Lamina bald in ihrem Wachstume weit gegen den sich an ihrem Grunde ausbildenden Blattstiel zurück und vollendet erst sehr spät ihre vollständige Entwicklung, wenn der Blattstiel schon lange ausgewachsen ist. Die Lamina der jüngsten Blätter besteht ausschliesslich aus der später so genannten

Mittelrippe derselben. Sie stellt in diesem Zustande einen sehr kurzen, stumpfen, länglichen Gewebekörper dar, von im Querschnitte eiförmigem Umriss, dessen breiteres Ende der definitiven Unterseite angehört (Taf. II. Fig. 8), während an seinem spitzeren Ende sich die beiden Seitentheile als stumpfe Protuberanzen erheben, rinnenförmig einen halbeylinderförmigen, der Länge nach offenen Hohlraum einschliessend. Indem sich dieselben verlängern, krümmen sie sich zugleich mit ihren Rändern einwärts, so dass sie nach innen eingerollt erscheinen (Taf. II. Fig. 9), wie die Spitzen junger Farnblätter und die Blattfiedern von *Cycas*, wenn sie aus der Knospe hervortreten. Die später so auffallend verlängerten Grundgewebezellen der Laminahälften sind in dem oben geschilderten Entwicklungszustande des Blattes noch kurz. Die späteren Randborsten erscheinen als stumpfe Zähne. Die am Rande eingerollten Laminahälften umgeben jetzt eine allseitig geschlossene Höhlung, später strecken dieselben sich wieder gerade und greifen nur noch mit den Randborsten in einander; endlich biegen sich auch diese aus einander und das Blatt ist nun geöffnet und bereit, nach der Reizung sich wieder zu schliessen.

Die Entwicklungsgeschichte des Blattstieles ergibt sich aus dem Vorstehenden zum Theil von selbst. Zu jener Zeit, wo die Lamina einen spitzen Winkel mit ihm bildet, ist er, umgekehrt wie im fertigen Zustande, an seiner Basis ein wenig breiter geflügelt als an der Spitze; wenn die Lamina parallel zum Blattstiele auf diesem aufliegt, so sind die schmalen Flügel seiner ganzen Länge nach ungefähr gleich breit und er hat dann ungefähr dieselbe Gestalt, wie der untere, über dem Boden noch sichtbare Theil eines ausgewachsenen Blattstieles d. h. er ist rinnenförmig mit nach oben gerichteten Flügeln und im Querschnitte sichelförmig (Taf. III. Fig. 4), wobei aber die Mittelrippe auf der Unterseite stark vorspringt. Sowie sich die junge Lamina wieder vom Blattstiele erhebt und der Winkel wächst, den sie mit ihm bildet, nimmt auch derjenige der beiden Blattstiel Flügel zu, welche sich zugleich verbreitern, bis dieselben in einer Ebene ausgebreitet sind.

Abnormitäten. Die bisher geschilderte Form des Blattes mag als die normale betrachtet werden, doch beobachtete ich noch andere Erscheinungsweise in Bezug auf Grösse von Blattstiel und Lamina, und Gestalt des ersteren. Mehrere Blattstiele dreier, schwacher Exemplare waren auffallend lang und schmal (Taf. I. Fig. 1 bei 3), die Flügelung nicht in dem gewöhnlichen Masse mit der Höhe wachsend und darum auch der Blattstiel nur undeutlich keilförmig. Die Lamina mehrerer anderer Blätter, deren Entwicklung ich verfolgen konnte, erreichte

ihre endliche Gestalt bei sehr geringen Dimensionen, während der Blattstiel noch sehr kurz, aber desto breiter geflügelt war (Taf. I. Fig. 1 bei 6). Bei denselben Blättern zeigte sich noch eine Ausnahme, deren schon Ellis Erwähnung thut. Der Blattstiel war nämlich an seiner breitesten Stelle am Rande gezähnt und auch hier mehr abgerundet, als gewöhnlich, im Uebrigen aber ganzrandig. Solche Blattstiele waren an der Spitze entweder normal abgestutzt, oder auch ausgerandet, so dass im letzteren Falle der Blattstiel, der zugleich kurz war, eine vollkommen herzförmige Gestalt besass.

Ich hatte auch zu beobachten Gelegenheit, wie sich Blattstiele unabhängig von der Lamina fertig entwickelten. Die letztere blieb auf dem Punkte stehen, wo sie nur noch einen sehr stumpfen Winkel mit dem Blattstiele bildete und ihre Ränder noch eingerollt hatte und starb in diesem Zustande ab.

Von der Einwirkung chemischer Reagentien auf die Zellen des Blattes. Die Zellen des Blattes von *Dionaea* zeigen in mehreren Beziehungen ein ungewöhnliches Verhalten gegen Reagentien, welches auf die Anwesenheit eines eigenthümlichen Stoffes hinweist, dessen Natur jedoch bis jetzt nicht auszumitteln ist. Anscheinend findet sich derselbe in den lebenden Zellen in saurer Lösung und wird daher durch Basen ausgefällt, durch Säuren wieder aufgelöst. Ammoniak färbt die rothen Drüsen auf der oberen Seite der Lamina grünlich und fällt aus den Zellen, welche Stärke enthalten, einen feinkörnigen Stoff aus. Neutralisirt man das Ammoniak durch Essigsäure, so wird dadurch die rothe Farbe der Drüsen wiederhergestellt und die Körnchen in den Zellen werden wieder aufgelöst und verschwinden. Wurde nunmehr Kali zugesetzt, so entfärbte es die Drüsen wieder und quellte die Stärkekörner auf, indem es sie zugleich durchsichtig machte. Schliesslich fällt es die Körnchen mit grüner Farbe wieder aus, die auf Zusatz von Ammoniak in den Zellen sich gebildet hatten. Wird das Kali sorgfältig wieder ausgewaschen und sodann Jod (in Jodkalium) zugesetzt, so werden die Zellen gleichmässig blau oder violett gefärbt. Ich habe deshalb in den meisten Fällen bei *Dionaea* erst Kali angewendet, bevor Jod zu den Präparaten hinzugesetzt wurde, um die verschiedenen Theile dieser Pflanze auf Stärke zu untersuchen, besonders dann, wenn es sich um nur geringe Mengen derselben handelte.

Bei der Prüfung der Zellen von *Dionaea* auf Stärke vermittelst Jod zeigte sich mir die schon oben berührte Erscheinung, dass die Zellen solcher Blätter, welche kleine Thiere gefangen hatten, oder mit Eiweiss gefüttert worden waren,

nachdem sie diese Substanzen einige Tage eingeschlossen gehalten hatten, gar keine oder doch bei Weitem weniger Stärke enthielten, als diejenigen, welche noch keine organische Nahrung zu sich genommen hatten. Von den zur Erledigung dieser Frage von mir angestellten Versuchen will ich nur die folgenden anführen.

Versuch I. Ein Blatt, welches, als ich das betreffende Exemplar erhielt, fest geschlossen war, zeigte bei der gewaltsamen Oeffnung noch Stücke des Hautskeletes eines Insectes eingeschlossen, welches sich aber nicht weiter mehr bestimmen liess. Von diesem Blatte nahm ich einen Querschnitt durch die Mitte des Stieles und behandelte denselben zuerst mit Kali, um etwa vorhandene Stärkekörner aufzuquellen. Als nach Auswaschung des Kali Jod zugesetzt wurde, erwiesen sich als stärkehaltig nur einige wenige Zellen (etwa 5—6), welche in der Umgebung des mittelsten, grössten Gefässbündels lagen.

Versuch II. Von einem vollständig entwickelten Blatte, welches aber seine Lamina noch nicht geöffnet hatte, mithin noch gar keine organische Nahrung zu sich genommen hatte, wurde ebenfalls, wie im ersten Versuche, durch den Blattstiel ein Querschnitt gemacht, und derselbe auf die nämliche Weise, wie im vorhergehenden Falle behandelt. Hier aber färbten sich sämmtliche, überhaupt Inhalt führende Zellen sogleich ganz oder doch zum grössten Theile tief dunkelblau.

Beide Versuche wurden von mir mit anderen, denselben Bedingungen unterworfenen Blättern zu wiederholten Malen angestellt, lieferten aber immer dasselbe Ergebniss.

Versuch III. Querschnitte durch die Spreite selbst des erst-erwähnten Blattes, welches ein Thier eingeschlossen hatte, zeigten auch nicht eine Spur von Stärke.

Versuch IV. Dagegen waren sämmtliche Zellen in der Mittelrippe der Lamina des schon zum zweiten Versuche verwendeten Blattes (welches noch keine organische Nahrung zu sich genommen hatte) auf dem Querschnitte sehr reichlich mit Stärke erfüllt.

Es ist schon beim Blattstiele ausführlich angegeben worden, dass in dem scheidenförmig verbreiterten, unter dem Boden befindlichen, weissen Basaltheile der Blätter sämmtliche Zellen ausschliesslich und ausserordentlich reichlich mit Stärke erfüllt sind. Dieses Verhalten ist nun das Nämliche sowohl bei Blättern, welche thierische oder überhaupt organische Nahrung absorbiert haben, als auch bei solchen, wo dieser Fall nicht eingetreten ist.

Weil also mit der Aufnahme von organischer Nahrung der Stärkegehalt schwindet, aber nur in den oberirdischen, chlorophyllhaltigen Zellen, so können wir daraus den Schluss ziehen, dass in denjenigen Blättern, in welchen neben anorganischer auch organische Substanzen aufgenommen werden, die Assimilation, d. h. die Erzeugung von Kohlenhydraten im Chlorophyll und die Absorption organischer Stoffe einander ausschliessen. Dagegen bedarf es keines neuen Beweises mehr, dass die Gegenwart von Blattgrün die Aufnahme organischer Substanz nicht ausschliesst.

Wir gehen nun zur Einwirkung weiterer Reagentien zurück.

Kali färbt die Zellen von *Dionaea* braunroth und die Gefässe citron- oder goldgelb bis gelbbraun, wenn der betreffende Pflanztheil zuvor längere Zeit in Alkohol gelegen hat. Wird aber hierauf Salzsäure oder besser noch Essigsäure zugesetzt, so wird alles wieder vollständig entfärbt und ganz durchsichtig gemacht. Dieselbe Reaction ist auch bei *Drosera rotundifolia* L. beobachtet worden. — Chromsäure mit sehr viel Wasser verdünnt färbt die Gefässe ebenfalls zuerst rothbraun und macht sie undurchsichtig, binnen 24 Stunden entfärbt sie sie aber wieder und macht alle Theile ausserordentlich durchsichtig. Ich habe deshalb Chromsäure als das wirksamste Mittel erprobt, um Schnitte durch alle Theile von *Dionaea* vollkommen farblos und besonders durchsichtig zu machen, nur muss dieselbe nicht zu concentrirt angewendet werden, wenn man die Maceration vermeiden will.

Ein Blatt, welches *Polydesmus complanatus* eingeschlossen hielt, wie sich bei der gewaltsamen Oeffnung der fest geschlossenen Laminalappen noch deutlich erkennen liess, wurde in absoluten Alkohol gelegt, worauf sich binnen 24 Stunden die ganze Blattspreite tief schwarz färbte, während der Blattstiel auf die gewöhnliche Weise entfärbt wurde. Auf Zusatz von concentrirter Salpetersäure verlor die Lamina ihre schwarze Färbung und nahm dafür eine braunrothe an, blieb auch nicht mehr so undurchsichtig, so dass man das eingeschlossene Thier wieder durchschimmern sehen konnte. Nachdem die Säure ausgewaschen und Kali zugesetzt wurde, färbte sich das Blatt wieder schwarz oder vielmehr blauschwarz, indem diese Färbung von den Randborsten ihren Anfang nahm und rasch nach der Mittelrippe zu sich fortsetzte. In beiden Fällen, sowohl bei der Röthung, als auch bei der Schwärzung, waren es die Zellenmembranen selbst, welche gefärbt wurden.

Die schwarzen Flecken endlich, welche ich immer auf den Blättern von *Dionaea*, bevor sie abstarben, beobachtete, werden gebildet durch sehr zahlreiche schwarze Körner in den Zellen. Was ihr

Verhalten gegen chemische Reagentien anbelangt, so habe ich nur zu bemerken, dass dieselben durch Salpetersäure nach wenigen Minuten sehr schön orangeroth gefärbt werden. Schwefelsäure, Salzsäure und Ammoniak übten auf die schwarzen Flecken keinerlei Einwirkung.

Der Stamm. Zur Untersuchung der Anatomie des Stammes sowie der Wurzeln von *Dionaea* war das geringe mir zu Gebote gestellte Material nicht ganz ausreichend und ich beschränke mich daher auf einige Bemerkungen. Der ganz unterirdische Stamm von *Dionaea* ist sehr kurz und breit, aber mit blossen Augen an der Pflanze kaum wahrzunehmen. Die Blätter sitzen ihm mit breiten Insertionsflächen auf, ohne Internodien zwischen sich zu lassen (Taf. III. Fig. 6). Das Gesetz der Blattstellung habe ich noch nicht ausmitteln können; die jüngsten Blätter sind scheinbar zweireihig angeordnet (Taf. III. Fig. 7) und befinden sich in übergreifender Deckung, indem sie mit ihren Blattstielflügelu einander abwechselnd ganz bedecken. Später zeigen die Blätter offenbar spiralige Blattstellung.

Die Gefässbündel des Stammes sind anscheinend in einen Holzring geordnet, welcher einen engen Markkörper einschliesst; sie enthalten cambiformes Phloem und sehr zahlreiche, kurze, netzförmige oder getüpfelte Gefässe und Gefässzellen — und indem sie sich vielfach verzweigen, bilden sie wunderlich gestaltete Maschen oder Schleifen. Je eines tritt in ein Blatt und in eine Wurzel (Taf. III. Fig. 6). Man beobachtet daher auf Querschnitten durch den Scheidentheil der Blätter dicht über ihrer Insertionsfläche nur ein einziges centrales Gefässbündel, wie in der Mittelrippe der Lamina; nach oben wächst aber die Zahl der seitlichen kleineren Gefässbündel, die sich von dem mittleren beiderseits nach den Enden der Flügel abzweigen. Das sehr entwickelte Rindenparenchym des Stammes ist ebenso gleichmässig und einfach, wie das Grundgewebe im Basaltheile der Blätter und besteht aus wenig verlängerten, ohne Intercellularräume zusammenschliessenden Parenchymzellen, welche sämmtlich ebenso reichlich und ausschliesslich mit Stärkekörnern von derselben Form erfüllt sind; eine Epidermis bildet die äussere Umgrenzung.

Die Wurzel. Da zwei Pflanzengattungen, deren Mitglieder sich von kleinen Wasserthieren ernähren, nämlich *Utricularia* und *Aldrovanda*, absolut wurzellos¹⁾ und die Wurzeln von *Drosera* kurz und

1) Dr. Ferdinand Cohn: Ueber die Function der Blasen von *Aldrovanda* und *Utricularia* in „Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Herausgegeben von Dr. Ferdinand Cohn. Band I. Drittes Heft. Breslau 1875.“

schwach sind, so erwartete ich das Letztere auch bei *Dionaea* zu finden. Dem ist jedoch nicht so. Die primäre Wurzel habe ich an meinen Exemplaren von *Dionaea* nicht mehr angetroffen, statt ihrer eine Anzahl Nebenwurzeln, welche sehr lang (Taf. I. Fig. 1 bei w) und verhältnissmässig stark sind. Ich beobachtete mehrere, welche bei 2 Centimeter Länge schon 0,5 Millimeter im Durchmesser hatten. Sie entstehen innerhalb des kurzen Stammes auf dem Holzring und durchbrechen die Rinde; ihre Gestalt ist fadenförmig-cylindrisch, doch sind dieselben einige Millimeter über der Wurzelspitze, wenn auch schwach, verdickt. Bezeichnend ist der Umstand, dass diese Nebenwurzeln sich niemals verzweigen. Sie sind begrenzt von einer Epidermis, deren Zellen zu sehr zahlreichen, langen, dünnen, ungetheilten, schlauchartigen, später braun werdenden Wurzelhaaren auswachsen. Das unter der Epidermis befindliche Parenchym der Wurzelrinde besteht aus etwa 5 Zellschichten, welche reich an kleinkörniger Stärke sind. Allmählich vertrocknen die Zellen der Oberhaut und die äussersten Zellreihen der Wurzelrinde, und ihre Membranen werden braun gefärbt, weshalb auch die ganze Wurzel oberhalb der Spitze ringsum dunkelbraun ist. Die Bräunung der Rindenzellen schreitet immer weiter nach innen, also centripetal vorwärts bis zur Gefässbündelscheide. Dieselbe ist einschichtig und enthält verlängerte, rechtwinkelig begrenzte, schmale Zellen (Taf. III. Fig. 8 bei gs), deren radiale Scheidewände auf dem Querschnitte durch die Wurzel recht deutlich die schwarzen Punkte zeigen, welche auch sonst bei einfachen Strangscheidern im Stamme vorkommen und von einer eigenthümlichen Faltung dieser Wandungen herrühren¹⁾. Der starke axile Gefässbündelcylinder besteht hauptsächlich aus weiten Holzzellen; acht radiale Reihen von grossen Gefässen, deren Wände stärker, treppenförmig verdickt, und oft braun gefärbt sind, bilden auf dem Querschnitt einen achtstrahligen Stern; zwischen ihnen befinden sich kleine Phloembündel. Der Vegetationspunkt an der Wurzelspitze besteht aus kubischem Meristem und ist von der grosszelligen Wurzelhaube bedeckt; er zeigt eine rothe Färbung des Zellinhalts, ähnlich wie die Wurzelspitze von *Drosera*.

Zum Schlusse lasse ich noch eine kurze Zusammenstellung der Ergebnisse meiner Untersuchungen folgen:

1. Jede Laminahälfte ist schwach S förmig gebogen, eine Höhlung für die aufzunehmenden Thiere bildend; der breitgeflügelte Blattstiel ist eben.

¹⁾ Sachs l. c. S. 126.

2. Die Zellen der Epidermis sowie diejenigen des Grundgewebes sind gestreckt und zwar a) im ganzen Blattstiele und in der Mittelrippe der Lamina in der Längenrichtung des Blattes, b) in der übrigen Lamina senkrecht zu dieser Richtung.

3. Die Epidermiszellen enthalten ebenfalls Chlorophyll.

4. Sie erzeugen auf der Ober- und Unterseite des Blattstieles und auf der Unterseite der Lamina zahlreiche Spaltöffnungen und Sternhaare, auf der Oberseite der Lamina nur Drüsen.

5. Die Drüsen stehen in Vertiefungen der Epidermis und sind gebildet von einem zweizelligen Basaltheile, einem zweizelligen, kurzen Stiele und dem zweischichtigen runden, nach oben convexen Drüsenkörper.

6. Die Sternhaare sind analog zusammengesetzt; nur wachsen die Zellen der obersten Schicht in gerade, divergirende Schläuche sternförmig aus.

7. Die Sternhaare entstehen sehr viel früher als die Drüsen; erstere sind schon fertig ausgebildet, während letztere noch nicht einmal angelegt sind.

8. Die Sternhaare sind den Drüsen homolog.

9. Die Lamina trägt am (gekrümmten) Seitenrande zahlreiche (15—20) Blattzähne, auf ihrer Oberseite Stacheln, in der Regel sechs.

10. Die Blattzähne (Randborsten) sind schlank, dreiseitig pyramidal, besitzen ringsum Sternhaare und Spaltöffnungen und enthalten je ein Gefässbündel näher der Blattober- als der Unterseite.

11. Zwischen je zwei Randzähnen sitzt ein Sternhaar, bisweilen auf der Spitze einer stumpfpyramidalen Erhebung, welche aber kein Gefässbündel enthält.

12. Die Stacheln (Mittelborsten) bestehen aus zwei Theilen, der basale fungirt als Gelenk und enthält einen axilen Zellenstrang; der obere, kegelförmige, an der Basis eingeschnürte Theil entbehrt auch dieses Zellenstranges.

13. Die Zellen der Stacheln, wie der Drüsen zeigen Aggregation.

14. Im oberirdischen, grünen Theile des Blattstieles und in der Mittelrippe der Lamina nehmen die Zellen des Grundgewebes von aussen nach innen an Weite des Lumens und Länge zu; die mehr oberflächlichen und die in der Umgebung der Gefässbündel sind grün, die übrigen (innern) farblos.

15. In der Lamina mit Ausnahme ihrer Mittelrippe setzen die inneren Zellen des Grundgewebes ein dem Schwammgewebe ähnliches, aus sehr weiten, farblosen Zellen mit wellig gebogenen Wänden und wenigen, kleinen Intercellularräumen zusammen.

16. Die Epidermiszellen der Laminaoberseite und Grundgewebezellen unter ihnen sind weiter als die der Unterseite.

17. Die Chlorophyllkörner enthalten in dem Falle, dass das Blatt noch keine organische Nahrung zu sich genommen hat, reichlich Stärke.

18. Die Stärke nimmt mit der Aufnahme organischer Stoffe durch die Blätter ab und verschwindet endlich vollständig aus den oberirdischen Theilen.

19. Die Basen der Blattstiele sind in unterirdische, farblose, scheidenartige Theile verbreitert, welche zusammen eine Art Zwiebel bilden.

20. Ihr Grundgewebe enthält lauter gleichmässig weite und gleich lange Zellen, welche vollständig und ausschliesslich mit Stärke erfüllt sind, sowohl vor, als auch nach der Aufnahme und Absorption organischer Substanzen.

21. Die Stärkekörner in den oberirdischen Theilen des Blattstieles und in der Lamina sind oval, im basalen Scheidentheile des Blattstieles dagegen cylinder- oder stäbchenförmig.

22. Die lebenden Zellen der Lamina und des Blattstieles enthalten einen im Zellsafte gelösten, farblosen Stoff, welcher durch Basen in dunkelen Körnchen ausgefällt, durch Säuren aber wieder aufgelöst wird.

23. Die Drüsen enthalten keine Stärke.

24. Die rothe Färbung der Drüsen wird durch starke Basen in grün verändert, durch Säuren wiederhergestellt.

25. Farblose Drüsen wurden nach der Absorption roth gefärbten Eiweisses durch die Blätter geröthet, ebenso die Gefässbündel bis in den Blattstiel hinein roth gefärbt, was die Absorption evident macht.

26. Beim Absterben bilden sich im Blattgewebe schwarze Körner, welche schwarze Flecken auf den Blättern erzeugen.

27. Der Blattstiel enthält in der Mittelrippe ein axiles, sehr mächtiges Gefässbündel, in den Flügeln von ihm sich abzweigend schwächere, die einen bogennervigen Verlauf nehmen, sich aber verzweigen und in immer schwächere Zweige spalten. Symmetrie findet dabei nicht Statt.

28. In der Mittelrippe der Lamina verläuft nur das axile, grosse Gefässbündel; von ihm zweigen sich unter rechten Winkeln parallele Gefässbündel ab, die sich nahe dem Rande zweitheilen und wieder vereinigen.

29. Je ein so entstandenes Gefässbündel tritt in eine Randborste ein.

30. Das Phloem der Gefässbündel besteht aus Weichbast; das Xylem in denen der Lamina ausschliesslich aus Spiralgefässen, im Blattstiele auch aus anderen Gefässen.

31. In den jüngsten Blättern ist Lamina und Blattstiel nicht zu unterscheiden, doch entspricht die zuerst aus dem flachen Vegetationskegel hervortretende Anlage der späteren Lamina, bleibt jedoch längere Zeit sehr gegen den an ihrem Grunde sich entwickelnden Blattstiel zurück. Die Lamina bildet zuerst eine geradlinige Fortsetzung des Stieles, beschreibt dann, sich nach dem Vegetationspunkt bewegend, einen Winkel von 180° , legt sich in den rinnenförmigen Blattstiel und macht dann denselben Weg wieder zurück.

32. Die Lamina ist in der Jugend mit ihren Seitenrändern einwärts gerollt.

33. Später breitet sich der Blattstiel in eine Ebene aus; die Lamina erreicht zuletzt ihre vollkommene Entwicklung.

34. Der Stamm ist kurz und breit, mit Holzring, von den Gefässbündeln quer durchzogen, deren je eines in ein Blatt und in eine Wurzel eintritt.

35. Die Neben-Wurzeln sind lang und stark, niemals verzweigt, die Zellen der Wurzelspitze roth gefärbt, die Rindenzellen werden in centripetaler Richtung braun und sterben bis zur Gefässbündelscheide ab. Die Gefässe entstehen an der Peripherie des axilen Gefässbündels, vermehren sich in centripetaler Richtung und bilden einen achtstrahligen Stern.

Figuren - Erklärung.

Tafel I.

- Fig. 1. Ein vollständiges nicht blühendes Exemplar von *Dionaea muscipula* Ellis mit Blättern verschiedenen Alters. Altersfolge nach den Buchstaben a—c. — e Ein völlig ausgewachsenes Blatt, welches sich über einem Insecte geschlossen hatte und sich bereits wieder an seiner Lamina-basis zu öffnen beginnt. f Ein kleines, abnorm ausgebildetes Blatt mit an der Spitze herzförmigem und am oberen Rande gezähnten Blattstiele; o Erdoberfläche; B die unterirdischen, farblosen, blattscheidenförmigen Basalthteile der Blätter zusammen eine Zwiebel bildend; A Abgestorbene braune Blattstiele; w Wurzeln, ohne Nebenwurzeln, aber mit zahlreichen Wurzelhaaren. Natürliche Grösse.
- Fig. 2. Querschnitt durch die Spreite eines ausgewachsenen Blattes, welches sich über einem Stückchen festen Eiweisses (0,06 gr.) geschlossen hat; m die Mittelrippe; g einziges, axiles Gefässbündel derselben; l die Lamina, die doppelte Biegung zeigend; v Verschluss; rb die Randborsten; k Kreuzungspunkt derselben; hg grössere, hk kleinere Höhlung im geschlossenen Blatte; in ersterer das Eiweiss (e). Wenig vergrössert.
- Fig. 3. Eine Hälfte der Blattspreite von der Oberseite gesehen; m Mittelrippe; e ihre stumpfe Endigung an der Spitze; z der (ungeflügelte) Theil der Mittelrippe zwischen Laminabasis und Blattstielspitze; g einziges grosses, axiles Gefässbündel der Mittelrippe; g' kleinere Gefässbündel der Lamina, welche sich nahe dem gezähnten Rande gabeln und wieder vereinigen; gf frühere, gs spätere Gabelung der Gefässbündel; rb Randzähne (Randborsten), je ein Gefässbündel enthaltend; s Sternhaare zwischen den Randborsten, noch rundlich, da ihre Zellen noch nicht verlängert sind und divergiren; d Drüsen (der Blattoberseite), in der Mitte am gedrängtesten stehend und sich sogar theilweise mit ihren Rändern berührend, ringsum am Rande einen freien Saum lassend; mb die drei Stacheln (Mittelborsten) jeder Laminahälfte in ein Dreieck, dessen Spitze der Mittelrippe (m) zugekehrt ist, angeordnet. Vergrösserung 15.

- Fig. 4. Epidermis aus der Mitte der Oberseite einer Laminahälfte, welche abgezogen wurde, nachdem das Blatt ein Stückchen durch Anilinroth gefärbten, festen Eiweisses vollständig absorbiert und sich darauf wieder geöffnet hatte. — e Epidermiszellen (gestreckt zur Mittelrippe), chlorophyllhaltig; d zwei Drüsen, die drei concentrischen Zellenreihen von 4, 8 und 16 Zellen zeigend; ds ein Drüsenstiel, dessen Drüsenkörper abgestreift worden. Vergr. 275.
- Fig. 5. Eine junge Drüse durch den Querschnitt eines noch jungen Blattes längsdurchschnitten, welche sich durch Ausstülpung einer Epidermiszelle (b) und Abtrennung der Papille (a) durch eine Scheidewand parallel der Epidermis (c) gebildet hat; p Parenchym des Grundgewebes. Vergr. 450.
- Fig. 6. Längsschnitt einer älteren Drüse. Die obere Zelle (a in Fig. 5) hat sich durch zwei Scheidewände parallel der ersteren (Fig. 5), die oberste der so entstandenen Zellen nochmals getheilt. Man unterscheidet also bereits den Drüsenkörper (k), den Drüsenstiel (st) und die primäre Basalzelle (b). Vergr. 450.
- Fig. 7. Längsschnitt durch eine Drüse eines noch späteren Alters. Vergr. 275.
- Fig. 8. Längsschnitt durch eine ausgewachsene Drüse auf dem Querschnitte durch die Mitte einer Laminahälfte, weshalb die auf der Blattoberfläche senkrechte Scheidewand der beiden Basalzellen (b) und des Drüsenstieles (st) nicht zu sehen ist, da sie der Schnittfläche parallel geht. Vergr. 275. Vergleiche Tafel II. Fig. 7 bei dr, wo dieselbe Scheidewand auf dem Blattlängsschnitte durch dieselbe Stelle getroffen ist. Die übrige Bezeichnung von Fig. 7 und 8 wie in Fig. 6.
- Fig. 9. Ein Sternhaar von der Fläche gesehen (von der Oberseite eines Blattstieles). st Stiel eines abgefallenen Sternhaares; e Epidermiszellen. Vergr. 138.
- Fig. 10. Längsdurchschnitt eines Sternhaares auf dem Querschnitte durch die Mittelrippe der Lamina, deshalb die Scheidewand der beiden Basalzellen (sb) und des kurzen Stieles (sst), welche der Längsrichtung der Epidermiszellen parallel geht und auf der Blattoberfläche senkrecht steht, querdurchschnitten. hz die verlängerten und von einem Punkte ausstrahlenden Zellen des eigentlichen Sternhaares; e Epidermiszellen; p Parenchym des Grundgewebes. Vergr. 225.
- Fig. 11. Querschnitt durch den unteren Theil der Mittelrippe der Lamina mit einer Spaltöffnung.
- Fig. 12. Querschnitt durch die Mitte der Unterseite einer Laminahälfte, eine der beiden, einem Ringausschnitte gleichenden Schliesszellen (s) einer Spaltöffnung längsdurchschnitten zeigend.
- Es bedeutet ausserdem in Fig. 11 und 12: p Porus, a Athemhöhle, e Epidermiszellen, pa Parenchym des Grundgewebes. Vergr. in beiden Fig. (11 und 12) 225.
- Fig. 13. Querschnitt durch eine Randborste. Die Seite, wo die beiden Sternhaare (st) stehen, entspricht der Unterseite der Lamina, die gegenüberliegende stumpfe Ecke der Oberseite. gf Gefässbündel, die Randborste näher der Oberseite durchziehend; gr. Grundgewebe; e Epidermis. Vergr. 65.

Tafel II.

- Fig. 1. Epidermis von der Mitte der Unterseite der Lamina. ϵ m Epidermiszellen der Mittelrippe, in der Längsrichtung letzterer gestreckt, ϵ z in Bogen angeordnete Epidermiszellen zu beiden Seiten der Mittelrippe (hier nur diejenigen einer Seite gezeichnet); ϵ l Epidermiszellen der übrigen Blattspreite senkrecht zur Mittelrippe gestreckt, α die der Blattspitze, β die der Basis zugekehrte Seite; sp Spaltöffnungen; st ein Sternhaar. Vergr. 138.
- Fig. 2. Querschnitt durch eine seitliche Laminahälfte; der über dem Gefässbündel (gf), die alle in gleicher Höhe liegen, befindliche Theil des Blattgewebes, welcher dem unterhalb des Gefässbündels liegenden gleich ist, ist in der Figur weggelassen worden.
Es bedeutet ϵ die chlorophyllhaltige Epidermis, gr periphere chlorophyllhaltige, enge, gi innere, chlorophyllfreie, weite Grundgewebezellen von aussen nach innen an Weite und Länge zunehmend; sp Spiralgefässe, ausschliesslich den Xylemtheil der Gefässbündel in der Lamina zusammensetzend; wb Weichbast (Cambiform). Vergr. 65.
- Fig. 3. Querschnitt durch die Mittelrippe der Lamina; der convexe Theil der Unter-, der concave der Oberseite des Blattes entsprechend. gm einziges Gefässbündel der Mittelrippe; ϵ Epidermis, deren Zellen, wie diejenigen des Grundgewebes (gr), auf der Blattoberseite weiter, als auf der unteren sind; st Sternhaare. Vergr. 65.
- Fig. 4. Eine junge Mittelborste. Vergr. 138.
- Fig. 5. Eine ausgewachsene Mittelborste. b der als Gelenk fungirende Basaltheil mit einem axilen Zellenstrange (m); o der obere kegelförmige Theil oder die eigentliche Mittelborste. Vergr. 275.
- Fig. 6. Die Spitze einer Mittelborste. Vergr. 275.
- Fig. 7. Längsschnitt durch eine seitliche Laminahälfte. Die Epidermiszellen (ϵ) der Oberseite, welche eine Drüse (dr) zeigt, sind weiter, als diejenigen der Unterseite; ag hypodermatische, enge, chlorophyllreiche, ig sehr viel weitere, chlorophyllfreie Zellen des Grundgewebes mit Intercellularräumen (i); gf ein Gefässbündel. Vergr. 138.
- Fig. 8. Querschnitt durch die Lamina eines sehr jungen Blattes, welche fast ganz aus der späteren Mittelrippe besteht. Vergr. 30.
- Fig. 9. Querschnitt durch eine ältere Blattspreite mit nach innen eingerollten Rändern. Die Sternhaare (st) der Unterseite sind bereits fertig ausgebildet, während die Drüsen (d) der Oberseite erst durch Ausstülpung der Epidermiszellen angelegt sind. Das axile Gefässbündel der Mittelrippe (gm) ist quer, die sich von ihm abzweigenden (gl) längs durchschnitten; h durch die eingerollten Ränder vollständig geschlossene Höhlung der Oberseite. Vergr. etwa 20.

Tafel III.

- Fig. 1. Stärke führende Chlorophyllkörner. Vergr. 138.
- Fig. 2. Stäbchenförmige Stärke aus den Zellen des Basaltheiles der Blätter. Vergr. 138.
- Fig. 3. Der oberirdische Theil eines Blattstieles von der Oberseite gesehen, den Umriss und den Verlauf der Gefässbündel zeigend. st Sternhaare. Vergr. 10.
- Fig. 4. Querschnitt durch einen jungen Blattstiel. Die später in einer Ebene ausgebreiteten Flügel (F) sind aufwärts gebogen und daher der Blattstiel in diesem Alter rinnenförmig und im Querschnitte sichelförmig. st Sternhaare in beträchtlicher Menge den Blattstiel ringsum bedeckend; gm das grosse axile Gefässbündel der Mittelrippe (M); gf die seitlichen schwächeren Gefässbündel, welche jetzt auf dem Querschnitte in einem Halbkreise stehen, später im erwachsenen Blattstiele in einer geraden Linie liegen. Vergr. 30.
- Fig. 5. Die Hälfte des Querschnittes durch den Basaltheil eines Blattes. e Epidermis mit Sternhaaren (st) auf der Ober- und Unterseite; gr Grundgewebe mit im Allgemeinen durchweg gleichen Zellen. Die Stärkekörner, welche dieselben in grösster Häufigkeit erfüllen und das Präparat ganz undurchsichtig machen, sind durch Kali aufgequellt; gm mittleres, grösstes, gs seitliche kleinere Gefässbündel. Vergr. 65.
- Fig. 6. Längsschnitt durch die unterirdischen Theile. st der sehr kurze und breite Stamm; g Gefässbündel, denselben quer durchsetzend und je eines in ein Blatt und eine Wurzel ausbiegend; b Basaltheile der (abgeschnittenen) Blätter; w Wurzeln. Vergr. 10.
- Fig. 7. Längsschnitt durch eine junge Knospe. Die anscheinend alternirend stehenden jungen Blattanlagen bilden (zusammengedrückte) Kegel mit stumpfer Spitze. Vergr. 65.
- Fig. 8. Wurzelquerschnitt, etwa 1 Cm. über der Wurzelspitze. r Rinde; gs Gefässbündelscheide; die radialen Wände ihrer Zellen zeigen deutlich je einen schwarzen Punkt; g Gefässbündel (S), einen achtstrahligen Stern bildend; b Phloembündel mit den Gefässbündeln wechsellagernd; m Mark. Vergr. 138.

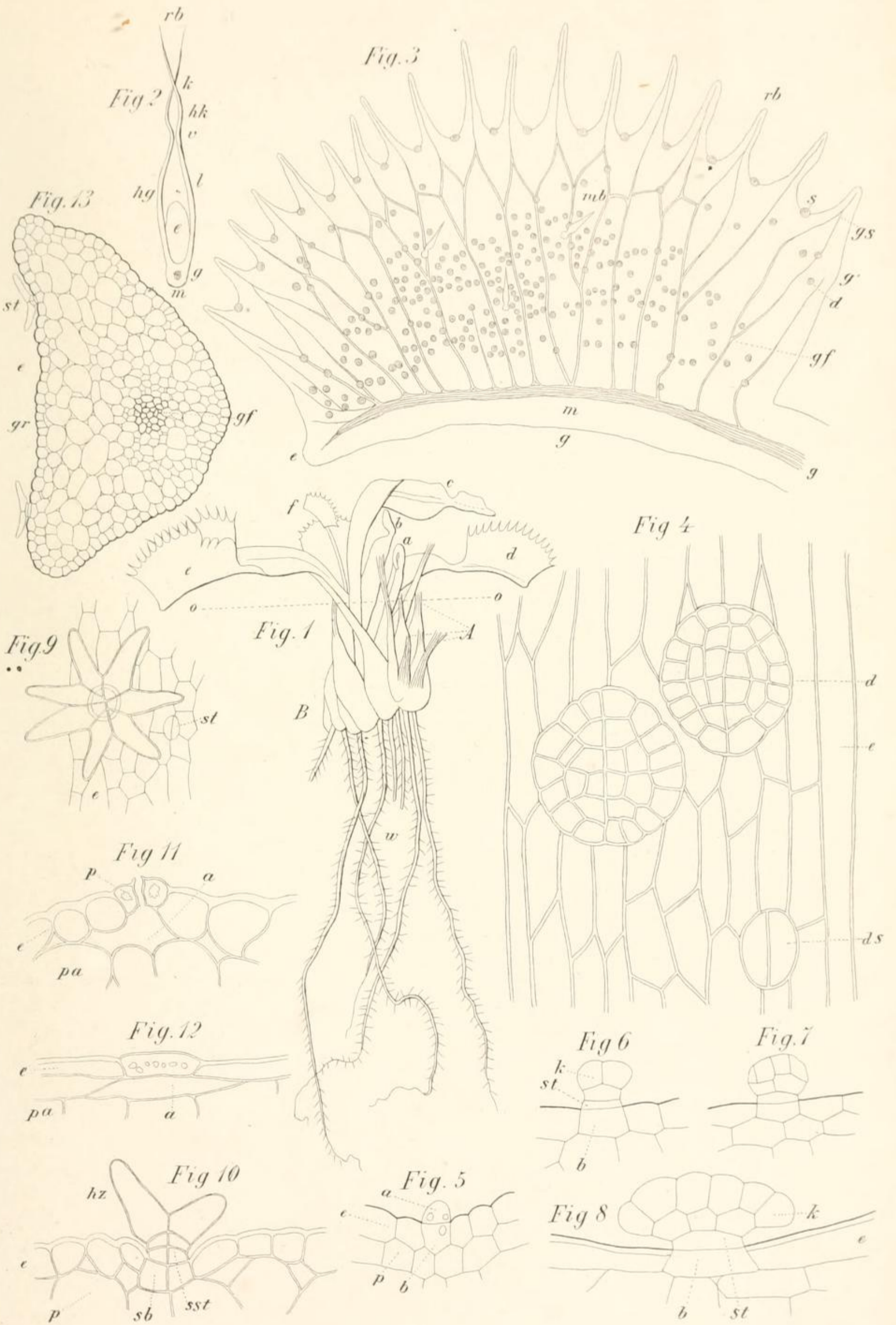




Fig. 8.

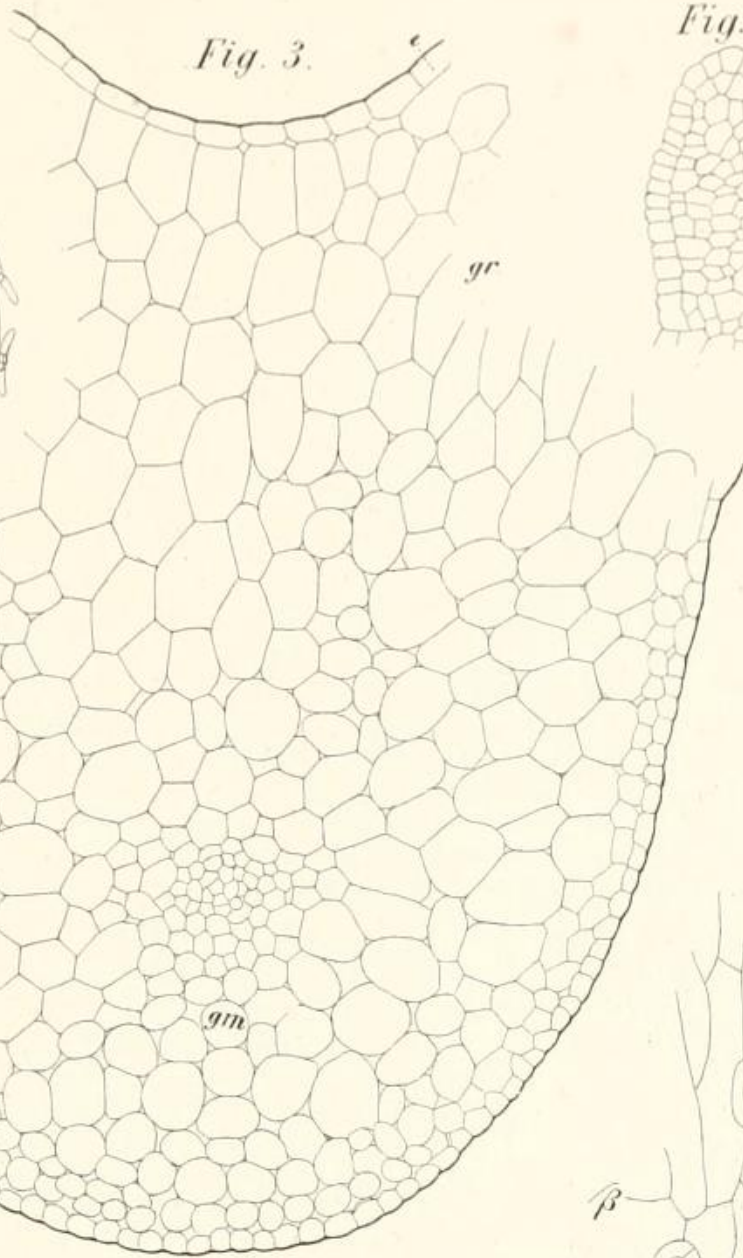


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 6.

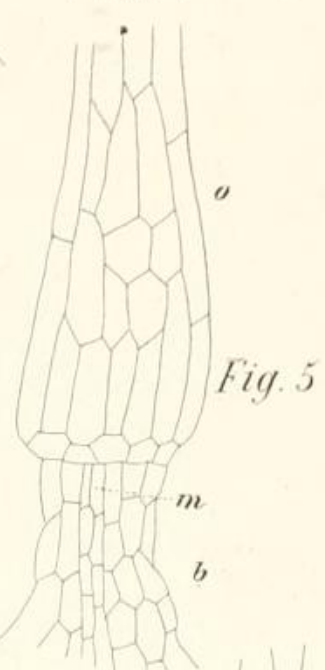


Fig. 5.

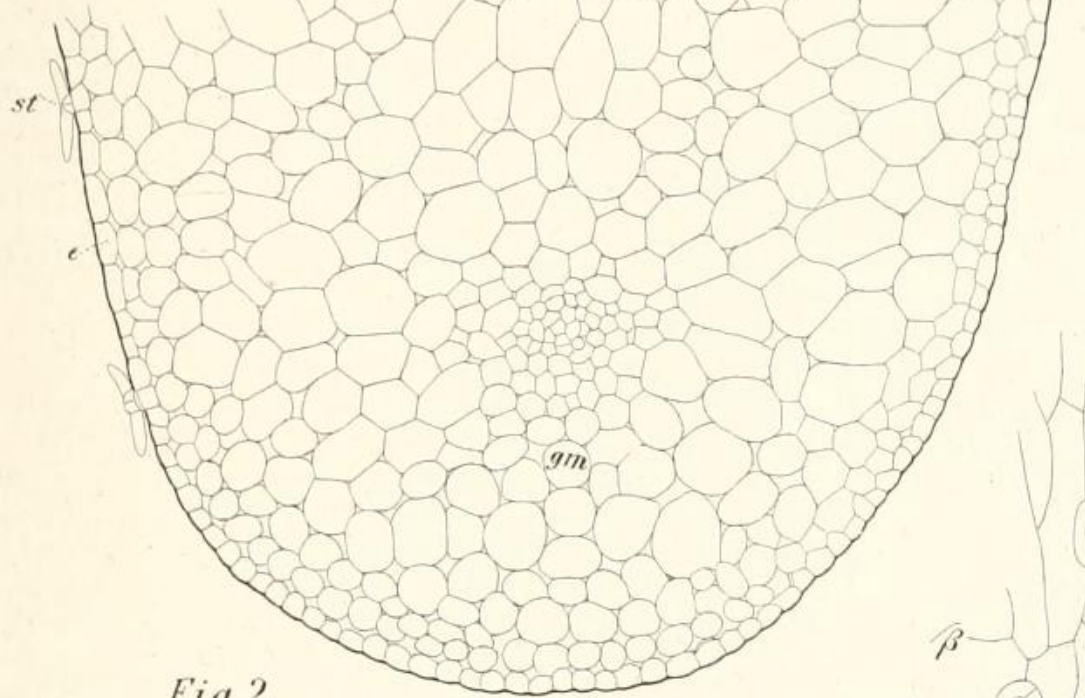


Fig. 2.

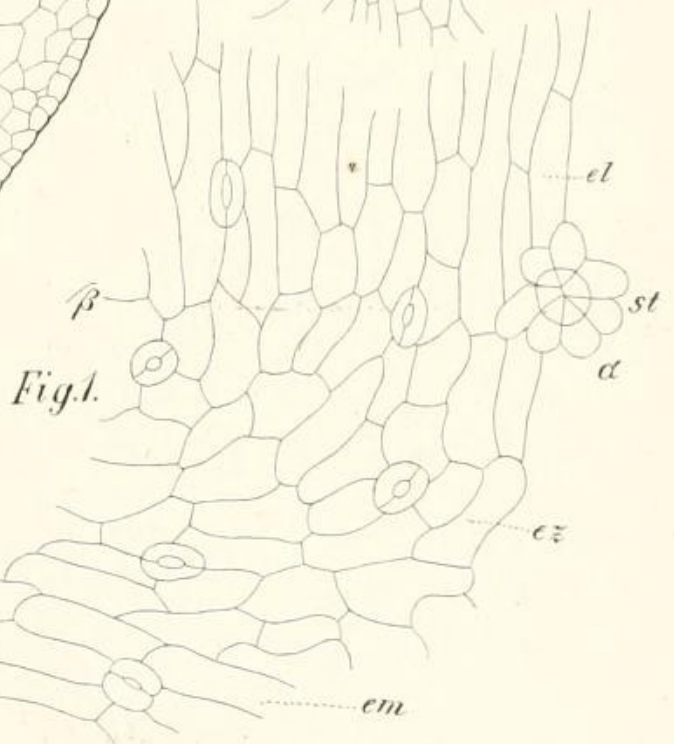


Fig. 1.

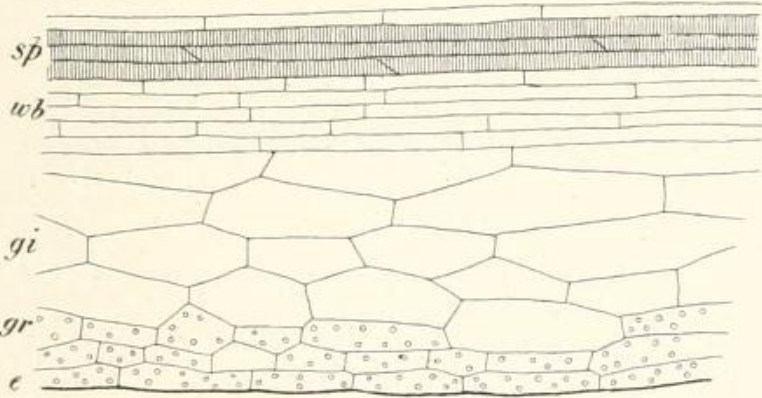


Fig. 9.

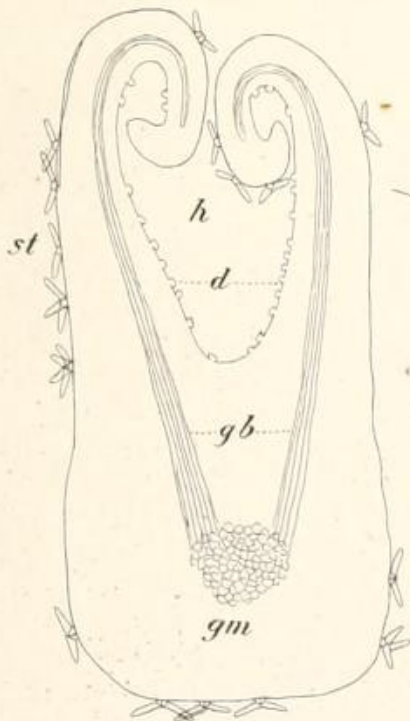


Fig. 7.

