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

Ueber die Function der Blasen von Aldrovanda und Utricularia

von

Dr. Ferdinand Cohn in Breslau.

Mit Tafel I.

Das Juliheft der englischen Zeitschrift *Nature* brachte in diesem Jahre den Bericht über einen Vortrag, welchen der durch seine scharfsinnigen Forschungen über Bacterien auch in botanischen Kreisen berühmt gewordene Physiologe der Londoner Universität, Dr. Burdon Sanderson in der *Royal Society* über *Dionaea* gehalten hat. Sanderson, der bekanntlich schon im vorigen Jahre bei der Versammlung der *British Association* zu Brighton seine merkwürdigen Entdeckungen über electrische Ströme vorgetragen hatte, welche durch die Reizbewegungen der Blätter von *Dionaea* ausgelöst werden, giebt nunmehr Nachricht von dem Verhalten dieser Pflanze zu den Insecten, welche, wie längst bekannt, in ihren Blättern gefangen werden, und ihr den populären Namen der Venus-Fliegenfalle *(Fly trap)* verschafft haben. Sanderson bezieht sich in seinem Vortrage auf eine im Erscheinen begriffene Abhandlung von Charles Darwin über *Droseraceae,* und führt diesen Naturforscher als Autorität für seine eigenen Mittheilungen und Anschauungen an.

Der Inhalt derselben ist im wesentlichen folgender. Das nahezu kreisförmige Blatt von *Dionaea* ist bekanntlich auf seiner Innenseite mit schildförmigen, kurz gestielten rothen Drüsen besetzt, und trägt ausserdem auf jeder Blatthälfte drei Borsten; ebenso ist der ganze Blattrand borstig bewimpert. Wird eine der Borsten auf der inneren Blattfläche berührt, so beugen sich die beiden Blatthälften augenblicklich mit der Innenseite gegen einander, breiten sich aber nach kurzer Zeit wieder aus. Hat aber ein Insect an eine der Blattborsten angestossen und findet sich dasselbe zwischen den sofort zusammengefalteten Blatthälften gefangen, so bewirkt es grade durch seine

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

Bemühungen zur Befreiung eine stetige Steigerung des Reizes derart, dass schliesslich die Blatthälften fest aufeinander gepresst werden und das zwischen ihnen eingeschlossene Thierchen zerdrückt werden kann. Alsdann beginnen die rothen Drüsen einen sauren Saft auszuscheiden, der den Zwischenraum zwischen den Blattflächen erfüllt; durch diesen Saft wird das Insect digerirt; erst nach längerer Zeit, nachdem die Weichtheile des Thierchens vollständig aufgezehrt sind, vermag sich die zusammengefaltete Blattfläche wieder auszubreiten.

Den ganzen Vorgang betrachtet Dr. Burdon Sanderson in Uebereinstimmung mit Darwin als eine Verdauung; in der nämlichen Weise wie die Drüsen des Verdauungsapparats bei einem Thiere einen meist sauren Saft (Magensaft und Pepsin etc.) ausscheiden, um die Nahrungsmittel löslich zu machen, und zwar nur dann, wenn dieselben durch den Reiz der Speise in Thätigkeit versetzt werden, ganz ebenso wird der saure Verdauungssaft der *Dionaea*blätter nur dann von den rothen Drüsen secernirt, wenn sich ein Insect zwischen ihnen befindet, und einzig und allein zu dem Zwecke, um die weichen Gewebe des gefangenen und getödteten Insects aufzulösen und zur Ernährung der Pflanze zu verwenden.

Dass obige Darstellung auf den ersten Blick die schwersten Bedenken des Botanikers herausfordert, dass dieselbe mit Allem, was wir über die Function der Blätter, sowie über die Ernährung grüner Pflanzen wissen, im Widerspruch zu stehen scheint, brauche ich nicht erst auszuführen. Ich musste mir jedoch sagen, dass Ansichten, zu welchen ein so grosser Naturforscher wie Darwin, und ein so exacter und klarer Beobachter wie Burdon Sanderson gelangt sind, vor Allem eine ernste Prüfung beanspruchen dürfen. Obwohl die Untersuchungen dieser Männer bisher nur fragmentarisch bekannt geworden, und insbesondere die Beobachtungen Darwin's über *Drosera*, auf welche der Sanderson'sche Vortrag hinweist, noch nicht publicirt sind, so fühlte ich mich doch durch das hohe Interesse der ganzen Frage um so mehr zu einer Nachuntersuchung angeregt, als mich die *Droseraceen* schon seit langen Jahren beschäftigt haben; ich verweise hier nur auf die von meinem früheren Schüler, Prof. Nitschke, veröffentlichte Inauguraldissertation „*De Droserae foliorum irritabilitate,* Breslau 1854," so wie auf meine Untersuchungen über *Aldrovanda vesiculosa* in der Flora 1850 No. 43 und im 28. Jahresberichte der Schlesischen Gesellschaft für 1850. S. 108—114.

Durch die Güte des Herrn Apotheker Fritze zu Rybnik in Oberschlesien erhielt ich auf meine Bitte Mitte Juli eine Sendung lebendiger *Drosera rotundifolia,* sowie von *Aldrovanda vesiculosa,*

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

welche mich in den Stand setzte, zunächst unsere einheimischen *Droseraceen* in Bezug auf ihr Verhalten zu Insecten zu untersuchen.

Da für *Drosera* umfassende Entdeckungen in dem von Ch. Darwin angekündigten Werke noch zu erwarten stehen, so begnügte ich mich bei dieser Pflanze die im Wesentlichen schon bekannte Art und Weise mir wieder zur Anschauung zu bringen, in welcher die Blätter von *Drosera* zahlreiche kleine Insecten, insbesondere kleine Dipteren, vermittelst ihrer reizbaren Köpfchenhaare fangen, und dieselben so lange festhalten, bis sie getödtet und mit Ausnahme der zurückbleibenden Chitinskelette aufgelöst sind. Leicht liess sich nun feststellen, dass der intensivrothe Zellinhalt der Köpfchen sauer ist; denn der rothe Farbstoff dieser Zellen, welche in radialer Anordnung ein Bündel von Spiralfaserzellen umgeben, wird durch Basen (Kali) erst blau dann grün, und nimmt nach Zusatz von Salzsäure wieder seine rothe Farbe an; aber auch der klebrige, fadenziehende Saft, welchen diese Köpfchen ausscheiden, reagirt stark sauer; jedes Köpfchen erzeugt auf angedrücktem blauem Lackmuspapier einen kleinen rothen Fleck. Auffallend ist, dass auch die Wurzelspitzen der *Drosera* in den Zellen der Wurzelhaube denselben rothen, auf eine saure Reaction hinweisenden Inhalt haben, wie die Köpfchen der Drüsenhaare.

Bei *Aldrovanda* war die Aehnlichkeit der Blätter mit denen von *Dionaea* schon lange bekannt; aber weder ich, noch Caspary, der meine Beobachtungen in der botanischen Zeitung im Jahre 1859 bestätigte und nach reichlicherem Material und gründlicherer Untersuchung erweiterte und zum Theil berichtigte, hatten eine Ahnung davon gehabt, dass *Aldrovanda* auch in den Reizbarkeitserscheinungen mit *Dionaea* übereinstimme. Erst im vorigen August (1873) wurde durch den Obergärtner am K. botanischen Garten von Berlin, Herrn Berthold Stein, welcher damals Lehrer an der Ackerbauschule zu Popelau bei Rybnik war, die interessante Entdeckung gemacht, dass die Blätter der *Aldrovanda* bei hoher Temperatur (27—30° R.) nicht längs des Mittelnervs zusammengefaltet, sondern breit geöffnet seien, dass sie, wenn sie in diesem Zustand auf der Innenseite mit einem feinen Drath berührt würden, sich augenblicklich, ganz wie bei *Dionaea,* zusammenlegen, und dann fremde Körper, z. B. Steeknadelköpfe einschliessen können; sie halten ihre Einschlüsse 24—36 Stunden lang fest, bevor dieselben aus den klaffenden Blatthälften wieder herausfallen. Als im Herbst die Temperatur des Wassers sank, wurde an den *Aldrovanda*blättern keine Reizbarkeit weiter beobachtet. (Vergleiche dessen Mittheilungen in

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

der Sitzung der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft vom 29. Jan. 1874 und in den Verhandlungen des botanischen Verein für die Provinz Brandenburg von 1874.)

Die Entdeckung Steins legte es nahe, nachdem die Darwin-Sanderson'schen Beobachtungen mir bekannt geworden, auch bei *Aldrovanda* Beziehungen zu Insecten zu vermuthen, um so mehr, als Stein selbst schon Wasserinsecten neben Holzstückchen in *Aldrovanda*blättern eingeschlossen gefunden hatte. Zunächst bemühte ich mich daher, an der Rybniker *Aldrovanda* die Beobachtungen über die Reizbarkeit der Blätter zu bestätigen, und in der That fand ich nunmehr, dass der grösste Theil namentlich der jüngeren Blattspreiten nicht, wie ich und alle andern Beobachter bisher gesehen hatten, durch Faltung und Berührung der Blatträndер blasenartig geschlossen, sondern dass in normalem Zustande die Ränder des Blattes von einander klaffen, etwa wie die Lippen eines geöffneten Mundes, oder die Schalen einer lebendigen Flussmuschel; ein völliges Ausbreiten der Blattspreite in eine Ebene habe ich jedoch nicht wahrgenommen (Fig. 1. Tab. I.). Bei der Berührung der Innenfläche mit einer Nadel schloss sich das Blatt, jedoch nicht plötzlich, etwa wie ein halbgeöffnetes Buch beim schnellen Zusammenklappen der Deckel sich schliesst, sondern langsam und ruckweise; möglich dass die äusseren Umstände bei mir nicht so günstig waren, wie sie Stein gefunden hatte.

Die älteren Blätter der *Aldrovanda* zeigen eine dunkelbraune Farbe, die von dem lichten Grün der jungen Blattquirle gegen die Endknospe hin absticht; sie waren grösstentheils festgeschlossen, und nur mit grosser Mühe liessen sich die auf einander gelegten Blatträndер von einander trennen. Schon mit der Lupe erkannte man, dass fast alle diese braunen Blätter, aber auch eine nicht geringe Zahl der jüngeren grünen, dunkle Körper einschlossen, und als ich bei dergleichen Blättern die aufeinander gelegten Ränder getrennt und dieselben auf einer Glasplatte flach ausgebreitet hatte, zeigte sich, dass diese fremden Einschlüsse ausnahmslos von todten Wasserthierchen herrühren. Grösstentheils sind es kleine *Crustaceen* aus der Abtheilung der *Ostracoden*, *Cladoceren* und *Entomostraca*, Species von *Daphnia*, *Cypris* und *Cyclops* so wie die Larven der letzteren, aber auch Larven von *Dipteren* und *Neuropteren* fehlen nicht. Die inneren Gewebe (Muskeln, Verdauungsapparat, Geschlechtsorgane) dieser Thierchen waren in der Regel vollständig aufgezehrt, und nur ihre so charakteristischen, durchsichtigen Hautskelette sammt den Beinen, Klauen, Borsten, Kiemen u. s. w. übrig geblieben; doch waren die

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

Ringe der gegliederten Körper meist auseinander gewichen, die Gliedmassen verrenkt, wie auseinandergequetscht; wegen ihrer Durchsichtigkeit können die kleineren Chitin-Panzer bei oberflächlicher Untersuchung leicht übersehen werden. Mitunter füllt ein grosser Cyclops die Höhlung eines ganzen Blattes allein aus, in der Regel schliesst ein Blatt mehrere kleine Crustaceen oder Larven ein. Ausser diesen grösseren Wassercrustaceen, von denen blos die Skelette erhalten waren, fand ich in den grünen Blättern in der Regel noch kleinere lebende Thierchen eingeschlossen: Räderthierchen aus verschiedenen Gattungen (*Lepadella, Notommata*), *Ichthydien, Chaetonoten, Nematoden (Anguillula), Naiden, Planarien, Protozoen* und besonders zahlreiche *Rhizopoden*. Jedes Blatt enthält im Innern der Höhlung ganze Schaaren von *Arcella vulgaris* mit ihren braunen linsenförmigen Schalen, sowie verschiedene Arten von *Difflugien* mit Kieselgehäusen. Auch lebende Algen, und zwar verschiedener Gruppen, *Closterien, Diatomeen, Conferven* und *Nostoceen* finden sich als Einschlüsse innerhalb der Blätter.

Von all diesen verschiedenen Gästen der *Aldrovanda* sind es ohne Zweifel die grösseren *Crustaceen,* welche in den Blättern nicht blos ihr Gefängniss, sondern auch ihren Tod gefunden haben, während bei den kleineren Thierchen und den Algen es zweifelhaft sein mag, ob dieselben nicht freiwillig oder durch Zufall eine Herberge aufgesucht, ob sie nicht sogar sich ungeladen zur Theilung der grösseren Beute eingefunden haben. Wer aber die starke Muskelkraft der Kiefern und Beine jener Süsswassercrustaceen, oder das Gebiss der Insecten-Larven beobachtet hat, kann nicht daran zweifeln, dass nur *force majeure* so mächtig ausgerüstete Thierchen in lebenslänglicher Gefangenschaft festhalten und jeden Befreiungsversuch bis zum Tode unmöglich zu machen im Stande ist.

Ich hatte die Rybniker *Aldrovanda* zuerst in ein grosses Glasgefäss eingesetzt, das mit filtrirtem Oderwasser gefüllt, natürlich auch wenig oder gar keine grösseren Thierchen enthielt; ich konnte daher auch das Verhalten der Blätter zu den Insecten anfänglich nicht unmittelbar beobachten, da die in der Cultur sich entfaltenden jüngeren Blätter eben keine lebendigen Einschlüsse bergen konnten.

Am 5. August brachte ich eine Anzahl *Aldrovanda*-Pflanzen in ein Glasbassin, in welchem seit längerer Zeit *Vallisneria* cultivirt war, und wo sich im Wasser kleine Crustaceen, namentlich Arten von *Cypris,* so massenhaft vermehrt hatten, dass die *Vallisneria*blätter zeitweise von ihnen ganz und gar abgefressen wurden. Als ich am folgenden Tage die *Aldrovanda* untersuchte, hatten fast alle jene

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

Blätter, die ich Tags vorher noch leer und mit klaffenden Rändern gefunden, sich geschlossen, und in ihrer Höhlung 1, 2 oder mehr *Cypris* gefangen. (Tab. I. Fig. 2.)

Und zwar kriechen diese kleinen Krebse, deren mit 4 Abdomenfüssen versehener Körper bekanntlich von einer zweiklappigen durchsichtigen Schale, ähnlich einer Muschel eingeschlossen ist, in das Innere der klaffenden *Aldrovanda*blätter hinein. Diese bestehen bekanntlich aus einem linear keilförmigen Blattstiel, der am Scheitel eine fast kreisförmige Spreite und an deren Grunde beiderseits eine Anzahl Borsten (zusammen 4—6) trägt (Fig. 2). Die Spreite selbst ist durch den, in ein terminales kleines Spitzchen ausgehenden, von einem Bündel einfacher Leitzellen durchzogenen Mittelnerv in zwei gleiche Hälften getheilt, welche in Folge von Reizen sich derart zusammenfalten, dass die Ränder ihrer Oberseiten sich aufeinander legend, die Innenfläche einer blasenförmigen Höhlung begrenzen, während die Unterseiten die Aussenwand der Höhlung bilden. Jede Blatthälfte wiederum besteht aus einem kreissegmentförmigen Mittelstück, welches mit seiner Sehne der Länge nach an den Mittelnerv angeheftet ist, während an den Bogen ein breiter sichelförmiger Saum sich ansetzt (Fig. 3). Die segmentförmigen Mittelstücke bestehen aus einem einschichtigen grosszelligen Parenchym, das beiderseits von der Epidermis überzogen ist, und zwar zeigt die Oberhaut der äusseren (unteren) Blattfläche schmale, parallel geordnete, gradwandige Zellen, deren Längsachse senkrecht auf den Mittelnerv gerichtet ist; daher lässt die Oberfläche der Blätter schon mit der Lupe eine feine Zeichnung von parallelen Querlinien erkennen. Die innere (obere) Epidermis trägt zahlreich jene zierlichen, linsenförmigen, kurzgestielten Drüsen, deren Zellen in drei concentrische Reihen derart geordnet sind, dass die innerste tiefere Reihe von 2, die mittlere von 4, die äusserste von 8 Zellen gebildet ist. Diese Drüsen sind denen ähnlich, welche sich auf der entsprechenden Blattfläche von *Dionaea* finden, doch einfacher und nicht roth, sondern farblos. Ausserdem trägt die Innenfläche lange farblose, aus doppelten oder vierfachen Zellreihen gebildete gegliederte Haare, bei denen längere Internodialzellen mit kurzen Knotenzellen abwechseln; auf der Ober- (Innen-) seite des Mittelnervs bilden diese eigenthümlichen Trichome einen dichten Bart (Fig. 4).

Die breiten sichelförmigen Säume des *Aldrovanda*blattes dagegen werden allein von einer Doppellage wunderlich in einander gefügter, wellig buchtiger, chlorophyllreicher Oberhautzellen gebildet; der Aussenrand geht in einzellige Kegelhaare aus; die Innenfläche dieses Theils trägt keine Drüsen, sondern die früher nur bei *Utricu-*

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

laria bekannten vierarmigen Haargebilde. Die ganze Aussenfläche der *Aldrovanda*blätter, ebenso wie die Borsten und Blattstiele, bringt nur zweiarmige, nach Art einer Magnetnadel quer auf der Tragzelle liegende Trichome hervor.

Nach der Analogie von *Dionaea* ist zu vermuthen, dass jene mehrzelligen gegliederten Haare, welche spärlich auf der Innenfläche, in dichtem Bart aber über dem Mittelnerv der Blattspreite sich erheben, durch die Berührung der Wasserthierchen einen Reiz auslösen, und zunächst auf die Blattfläche überleiten. Da diese aller Gefässbündel entbehrt, so giebt uns *Aldrovanda* ein evidentes Beispiel, dass die Irritabilitäts- und Contractilitätserscheinungen von Blättern ihren Sitz im Parenchym und nicht in den Fibrovasalsträngen haben.

Das gereizte Blatt von *Aldrovanda* klappt nun zusammen, gleich einer berührten Auster, jedoch so langsam, dass kleinere Krebse wieder entweichen können, und selbst grössere Thierchen sich mitunter zwischen den genäherten Rändern gewaltsam hindurchzwängen, wobei sie in der Regel den Inhalt ihres Darmkanals entleeren, der als eine braune wurstartige Masse in der Blatthöhlung zurückbleibt, und die meist noch lebendigen Reste der letzten Mahlzeit, insbesondere *Diatomeen* und *Desmidieen* erkennen lässt. Solche wurstartige Excremente findet man daher in den meisten *Aldrovanda*blättern, auch wenn dieselben im Uebrigen keine lebenden Einschlüsse weiter enthalten; sie können von Demjenigen, welcher diese copropoetischen Producte der kleinen Süsswassercrustaceen häufig im Schlamm der Gewässer untersucht hat, ihrem Ursprunge nach nicht verkannt werden.

Gelingt jedoch dem Gefangenen nicht rechtzeitig die Flucht, so erliegt er dem Schicksal jener bedauernswerthen Opfer der Inquisition, welche von dem sich langsam herabsenkenden Dach des Kerkers erdrückt wurden. Zunächst sind es die sichelförmigen Säume des Blattes die sich allmählich so fest an einander pressen, wie die Lippen des geschlossenen Mundes; der festeste Verschluss findet sich an der innern Gränze der Säume, während die äusseren Ränder, meist nach innen eingebogen sind mit kreuzweiser Verschränkung der Randzähne (Fig. 3), was Caspary, wie mehre andre meiner Beobachtungen, mit Unrecht bezweifelt. Die halbkreisförmigen Mittelstücke dagegen krümmen sich convex nach aussen und begrenzen einen Hohlraum, in welchem das gefangene Opfer noch lange Zeit umherschwimmt, ohne den Ausgang finden zu können. Es gewährt einen wunderlichen Anblick, wenn man einen Blattquirl von *Aldrovanda* auf einem Objectglas ausgebreitet

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

mit einer schwachen Vergrösserung überblickt, und nun innerhalb jeder der geschlossenen Blattspreiten einen oder mehrere der kleinen Krebse rastlos im Kreise herumirren sieht, gleich den im engen Käfig gefangen gehaltenen Thieren einer Menagerie (Fig. 5).

Das geschlossene *Aldrovanda*blatt gleicht nunmehr etwa einem Paar mit den Rändern auf einander gelegter Barbierbecken; die Mittelstücke bilden gewissermassen eine linsenförmige Kapsel die von breitem Doppelsaum geflügelt ist; der innere Hohlraum ist von Flüssigkeit erfüllt. Offenbar ist diese Flüssigkeit ursprünglich nichts weiter, als das zwischen den Blattflächen eingeschlossene Wasser; möglicherweise könnte dessen Menge sich durch Ausschwitzen aus der Innenfläche des Hohlraums vermehren; wenigstens könnte man dies aus der starken Spannung der nach aussen gewölbten Blattflächen vermuthen. Zweifellos findet ein solches Ausscheiden bei den Luftbläschen statt, von denen je eines, bald grösser, bald kleiner, sich in der Regel in Mitte der eingeschlossenen Flüssigkeit vorfindet; vielleicht sind dieselben nichts weiter als die gewöhnlichen Sauerstoffbläschen, welche im Sonnenschein von dem grünen Blattgewebe im Innern der Blatthöhlung entbunden werden.

Ob von den linsenförmigen Drüsen auf der Innenseite der Blätter besondere Secrete ausgeschieden werden, wie dies wegen der Analogie von *Dionaea* nach den Mittheilungen von Sanderson zu vermuthen war, habe ich nicht ausmitteln können. Indem ich eine zugeschmolzene Glascapillare in den innern Hohlraum eines *Aldrovanda*blattes einführte, und hier die Spitze abbrach, konnte ich dieselbe zwar mit der eingeschlossenen Flüssigkeit füllen; diese zeigte jedoch nur undeutliche Reaction, wie dies bei der starken Verdünnung durch das Wasser nicht anders möglich ist, und wenn beim Verdunsten des Wassers auch eine sehr schwach rothe Färbung durch Lacmus sich zeigte, so ist schwer zu ermitteln, wieviel davon auf den Gehalt des Wassers an Kohlensäure, und auf die aus der Zersetzung der eingeschlossenen Thiere sich bildenden Produkte, wie viel auf etwaige Secrete der Blattdrüsen zuzurechnen sei, welche in älteren Blättern durch braune Farbe auffallen.

Auch das habe ich noch nicht ermitteln können, was denn eigentlich die gefangenen Crustaceen abhält, sich aus ihrem Gefängniss herauszufressen, da doch im Uebrigen die *Cypriden* kräftige Kiefern besitzen und mit den Blättern der meisten Wasserpflanzen schnell fertig zu werden wissen. Ebenso muss ich es unentschieden lassen, wodurch schliesslich so lebenszähe und durch ihre Chitinpanzer so gut geschützte Thierchen getödtet werden, nachdem sich ihr Gefäng-

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

niss über ihnen geschlossen hat. Bei den grösseren Thierchen scheint ein wirkliches Zerquetschen durch die sich über ihnen allmählich zusammenziehenden Wände der Blatthöhlung mitzuwirken; wir sehen nach einiger Zeit die Crustaceen ihre Bewegung einstellen, als seien sie festgehalten, während Hinterleib und Beine noch rastlos zwischen den Klappen der Schale hin und herzucken; schliesslich stirbt das Thier und bald ist, wie schon bemerkt, von demselben nichts übrig geblieben, als das unzerstörbare Hautskelett. Die kleineren Thierchen werden offenbar nicht zerdrückt; gleichwohl finden wir auch diese nach einiger Zeit todt, und ihre Weichtheile aufgelöst, wobei allerdings jene *Rhizopoden, Infusorien, Nematoden* und *Rotiferen,* die sich in die geschlossenen Blätter, wie ich schon oben bemerkt, noch einzudrängen wissen, sich an der Arbeit der Zerstörung zu betheiligen scheinen.

Fassen wir unsere Beobachtungen zusammen, so kann mit Hinblick auf *Drosera* und *Dionaea* wohl kein Zweifel sein, dass die Blätter der *Aldrovanda* zu dem Zwecke eingerichtet sind, verschiedene kleine Wasserthierchen zu fangen und zu tödten, dass sie mit andern Worten die Function von Fallen für Gliederthiere besitzen; wir können *Drosera* und *Aldrovanda* so gut wie *Dionaea* als „*muscipulae*“ bezeichnen. Es ist dabei jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass die Fallen bei diesen drei Gattungen aus der Familie der *Droseraceen,* obwohl alle drei gleich vollkommen für ihre Bestimmung geeignet, doch jede in anderer Art und Weise organisirt ist; die Blätter von *Drosera* wirken vermittelst reizbarer Köpfchenhaare, welche gleich den Armen einer Hydra sich über die Beute hinkrümmen, dieselbe festkleben und mit einem ausgeschiedenen sauren Safte vergiften; die langsam nachfolgende Krümmung der Blattfläche trägt nur in zweiter Reihe zum Festhalten des Opfers bei. Die Blätter der *Dionaea* halten die Beute durch momentanes Zusammenklappen und reusenartiges Verschränken der Randborsten gefangen; die von *Aldrovanda* bilden eine fest verschlossene Höhlung durch inniges Aufeinanderlegen der flügelartig vorspringenden, halbmondförmigen Ränder der Blattspreite.

Als ich mir die Frage vorlegte, ob denn es wahrscheinlich sei, dass die von den *Aldrovanda*blättern so massenhaft gefangenen Crustaceen und Insectenlarven auch wirklich zum Zweck der Ernährung dieser Pflanzen assimilirt werden können, musste vor allem eine Eigenthümlichkeit der *Aldrovanda* ins Gewicht fallen, welche diese Gattung nur mit sehr wenigen Pflanzen, sei es Phanerogamen, sei es Kryptogamen gemein hat; *Aldrovanda* ist eine völlig wur-

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

zellose Pflanze. Nun ist es eine Thatsache, dass die Wurzel zur normalen Ernährung der Pflanzen unentbehrlich ist, dass kein anderes Organ dieselbe ersetzen kann. Die Wurzel ist keineswegs blos das freie Ende eines Dochts, welcher in die Nährflüssigkeit eintaucht und die letztere ohne weitere Veränderung dem Stengel und den Blättern behufs weiterer Verarbeitung zuführt. Denn wenn man einen beblätterten aber wurzellosen Spross mit der Schnittfläche in Wasser eintaucht, so kann unter Umständen die Zuleitung dieser Flüssigkeit wenigstens soweit unverändert fortdauern, als es sich um den Ersatz des verdunstenden Wassers handelt; der Spross wird in Folge dessen lange Zeit straff und frisch bleiben, ohne zu welken. Aber ein weiteres Wachsthum, das auf selbstständiger Assimilation und Stoffbildung beruht, tritt unter solchen Verhältnissen an dem abgeschnittenen Sprosse erst dann ein, wenn derselbe neue Wurzeln erzeugt hat. Beim Treiben der Hyacinthen in Wassergläsern, oder bei der Cultur verschiedener Pflanzen in künstlichen Nährlösungen lässt sich sogar leicht beobachten, dass wenn die Wurzeln auch nur theilweise kranken, die Assimilationsthätigkeit der gesammten Pflanzen, und in Folge dessen das Wachsthum und die Production neuer Organe sehr wesentlich leiden, obwohl anscheinend die Leitung der Flüssigkeiten im Innern dieser Pflanzen, so weit sie an dem Turgor derselben erkennbar ist, wenig beeinträchtigt wird.

Selbst untergetauchte Wasserpflanzen vermögen durch ihre Blattflächen ihre Nährflüssigkeit nicht in der Art aufzunehmen, dass sie zum Wachsthum und zur Anlegung neuer Organe befähigt sind; so beginnen selbst die Bruchstücke von *Elodea canadensis* erst dann auszusprossen, wenn sie vermittelst neugebildeter Adventivwurzeln sich im Schlamm befestigt haben. Wir lassen es auf sich beruhen, ob die Ursache dieser Erscheinung darin liegt, dass die Blattflächen untergetauchter Wasserpflanzen die Nährlösungen überhaupt nicht, oder nicht in richtigen Verhältnissen einsaugen, oder ob das die Blätter umgebende Wasser nur eine viel zu verdünnte Lösung der Nährsalze ist, und die Pflanzen darauf angewiesen sind, vermittelst der Wurzeln aus dem Schlamm concentrirtere Lösungen sich zugänglich zu machen; letztere Vermuthung ist auf alle Fälle für schwimmende Wasserpflanzen (*Hydrocharis, Lemna, Pistia, Salvinia* u. s. w.) unstatthaft.

Um so auffallender ist es, dass die Pflanzen von *Aldrovanda* niemals eine Wurzel besitzen, dass sie gleichwohl an dem einen Ende des horizontal im Wasser schwimmenden Stengels unter dem Scheitel des schlanken Vegetationskegels continuirlich einen Blatt-

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

quirl nach dem andern produciren und entfalten, während am entgegengesetzten Ende der Stengel und die Blattquirle der Reihe nach absterben und durch Verwesung abgestossen werden, so dass im Herbste die gesammten Blattquirle bis auf die dicht gedrängte und allein überwinternde Endknospe zu Grunde gegangen sind. Da auf diese Weise auch die sämmtlichen Aeste, welche sich von der Hauptachse abzweigen, allmählich isolirt und zu selbstständigen Pflanzen werden, so haben wir bei *Aldrovanda* ein Beispiel, wo eine Anzahl von reichbelaubten Sprossen im Laufe eines Sommers aus einer überwinterten Knospe hervorgehen, ohne dass denselben neue Bildungsstoffe durch Vermittelung einer Wurzel zugeführt werden. Es ist nun freilich möglich, dass ausnahmsweise bei *Aldrovanda* die Nährstoffe aus dem Wasser direct durch die Blätter oder durch das offene Stengelende in genügendem Verhältnisse eingesaugt werden, während alle übrigen Wasserpflanzen hierzu der Wurzeln bedürfen; es lässt sich aber doch auch die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass die so in so eigenthümlicher Weise als Insectenfallen organisirten Blätter an Stelle der mangelnden Wurzeln bei der Ernährung der Pflanze betheiligt sind.

So viel ich weiss, giebt es — *Lemna arrhiza* ausgenommen — nur noch eine phanerogame Wasserpflanze, welche mit *Aldrovanda* den absoluten Mangel der Wurzeln theilt, und gleichwohl zu unbegrenzter Anlage und Ausbildung von Laubsprossen befähigt ist; es ist dies die Gattung *Utricularia*, deren räthselhafte Blasen oder Schläuche den Blatthöhlen von *Aldrovanda* ähnlich, und doch so ganz verschieden organisirt sind. Ich wendete mich daher zu einer Untersuchung von *Utricularia* in Bezug auf ihr Verhalten zu den Wasserthierchen, wobei mich mein früherer Schüler, der Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in Proskau, Herr Dr. Kirchner, freundlich unterstützte.

Zunächst wurden von einem Herbariumexemplar der *Utricularia vulgaris*, welches im Juni dieses Jahres aus einer Lache bei Ransern gesammelt war, die Blasen aufgeweicht und geöffnet. Zu nicht geringer Ueberraschung stellte sich sofort heraus, dass auch die meisten Blasen von *Utricularia* zahlreiche *Crustaceen* der verschiedensten Art, namentlich grosse *Cyclopen* und *Daphnien*, so wie nicht minder Larven von Wasser-Insecten eingeschlossen hatten, von denen nur die Hautskelette, diese jedoch in unverkennbarer Vollständigkeit, sich erhalten hatten.

Von der nämlichen *Utricularia*, von der das Herbariumexemplar stammte, waren gleichzeitig einige Sprosse in das Süsswasseraqua-

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

rium des pflanzenphysiologischen Instituts eingesetzt worden, und hatten sich bis zum August, wenn auch mit kümmerlicherer Entwickelung der Triebe, lebend erhalten; in den Blasen derselben wurde jedoch bei flüchtiger Durchmusterung nichts Lebendes wahrgenommen. Einige dieser Sprosse wurden am Abend des 5. August in das nämliche, von *Ostracoden* (*Cypris*) reich belebte Wasser gesetzt, in welchem auch der Versuch mit *Aldrovanda* angestellt worden war.

Am folgenden Morgen zeigte sich, dass fast in sämmtlichen Blasen von *Utricularia* sich lebendige Crustaceen gefangen hatten, die in der Höhlung unruhig umherschwammen ohne ihr Gefängniss verlassen zu können. Und zwar waren es natürlich meist *Cypris*krebse, von denen ein, zwei, oder mehrere in je einer Blase eingeschlossen waren, von allen Grössen und Altersstufen; in anderen Blasen, oft gleichzeitig mit den Crustaceen bewegten sich kleinere und selbst grössere *Naiden (Nais elinguis),* so wie die merkwürdige mit orangerothen Punkten ausgezierte *Chaetopode,* die von Eichwald zuerst unter dem Namen *Nais aurigena* beschrieben worden ist. In anderen Blasen kreisten kleine *Planarien;* in einer fand ich die leere Chitinhülle einer schwärzlichen Blattlaus, die sich in zahlloser Menge auf den Blättern eines im Aquarium kultivirten *Stratiotes,* so weit dieselben über das Wasser herausragten, eingenistet hatte. Nirgends fehlten die *Rotiferen,* die *Infusorien* und die *Rhizopoden (Arcella, Difflugia),* die ich schon bei *Aldrovanda* erwähnt hatte; dass sich auch grüne Algen im Inneren der Blasen angesiedelt, ist begreiflich, da die auf den Schalen der gefangenen Thiere, so wie in deren überall kenntlichen Excrementen eingeführten Algenkeime sich in dem geschützten Raume der Blasen leicht vermehren konnten. Einzelne reich belebte Blasen, in denen sich mitunter bis sechs lebendige Crustaceen neben verschiedenen anderen Thierchen vorfanden, konnten gradezu als eine kleine Menagerie der im Wasser lebenden mikroskopischen Fauna gelten.

Durch diesen Versuch wurde festgestellt, dass die Blasen von *Utricularia*, deren Function bis jetzt allen Botanikern ein Räthsel geblieben ist, gleich den Blättern der *Droseraceen,* Fallen für Wasserthierchen sind. Auch hier beobachtete ich, dass die gefangenen Thierchen mehrere (bis 6) Tage unstät im Kreise umherschwammen, bis ihre Bewegungen langsamer wurden, endlich aufhörten, und die Weichtheile unter Zurücklassung der Chitinskelette aufgelöst wurden.

Ich untersuchte zunächst, in welcher Weise die Fallen von *Utricularia* eingerichtet sind; die bisherigen Untersuchungen von Meyen (Secretionsorgane p. 12), Goeppert (Botanische Zeitung 1847 No. 41)

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

Benjamin (Botanische Zeitung 1848 No. 1—5), Pringsheim (Monatshefte der Berliner Akademie 1869 p. 92) u. A. über diese Gebilde, welche das Verhältniss zu den Wasserthierchen nicht berücksichtigten, haben natürlich auch nicht vom richtigen Gesichtspunkte die Organisationsverhältnisse aufgefasst, welche in wunderbar zweckmässiger Weise ihrer Bestimmung als Fallen angepasst sind. Ich halte es bei der nachfolgenden Beschreibung nicht für nöthig, auf die morphologischen und entwicklungsgeschichtlichen Fragen über die Natur der Blasen von *Utricularia,* und insbesondere darüber mich auszulassen, ob dieselben als metamorphosirte Phyllome, oder als modificirte Sprosse oder Sprosssysteme (Ranken) anzusehen sind. Auch in Bezug auf die anatomischen Einzelheiten beschränke ich mich auf das Allerwesentlichste, und verweise in Bezug auf das Uebrige auf die oben citirten Autoren.

Die Blasen von *Utricularia vulgaris* (Fig. 6) haben eine seitlich stark zusammengedrückte, nahezu linsenförmige Gestalt; doch entspricht ihr breitester Durchschnitt genauer einem Kreis, von dem durch eine Sehne ein kleines Segment abgeschnitten ist; an dieser nahezu ebenen Segmentfläche, welche dem Mutterblatt zugekehrt ist, befindet sich am unteren Ende der dünne Stiel, vermittelst dessen der Schlauch in bekannter Weise vom Mutterblatt sich abzweigt; nahe dem obern Ende befindet sich auf dieser Fläche der Eingang in die Central-Höhle der Blase, den ich als *Peristom* bezeichnen will. (Fig. 6b.) Die Blase besitzt daher eine convexe Rückenkante und eine ebene Bauchfläche, beide von einem Bündel einfacher Leitzellen durchzogen. Gegen das *Peristom* ist der Querdurchmesser der Blase erheblich verbreitert, so dass dieselbe Aehnlichkeit mit dem Gehäuse gewisser *Planorbis*arten hat; die ebene Bauchfläche hat demzufolge die Form eines Dreiecks, dessen Scheitel am Stiel, dessen Basis am *Peristom* sich befindet (Fig. 7cde).

Das *Peristom* selbst hat einen nahezu viereckigen Umriss, und gleicht einem weit aufgesperrten Munde; wir unterscheiden (Fig. 7) den obern (ab) und untern (cd) Rand (Ober- und Unterlippe), so wie zur rechten und linken die Ränder der Backen (ac, bd). Das *Peristom* führt nicht direct in's Innere der Blase, sondern in eine Mundhöhle (Fig. 9abd), welche gegen die Centralhöhle nach oben durch den Gaumen (adc), nach unten durch die Kinnlade (bdcc), zur Seite durch die Backen (abd) abgeschlossen ist.

Die Kinnlade ist ein hufeisenförmiger dicker Wulst, dessen Centraltheil, der Körper (Fig. 9c b) unmittelbar auf dem untern *Peristom*rand aufsitzt und fast im rechten Winkel gegen die Blasen-

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

wand nach innen vorspringt, so dass sein freier Rand (cd) schief abgestutzt in die Mundhöhle hineinragt. Der Körper der Kinnlade verlängert sich zu beiden Seiten in die beiden aufsteigenden Aeste, welche jedoch nicht die Seitenränder des *Peristoms* begleiten, sondern wulstartig auf der Innenseite der Backen schief nach oben und hinten verlaufen (Fig. 9cde).

Der Gaumen (ade) ist eine dünne Membran, welche vom obern Rande des *Peristoms* als unmittelbare Fortsetzung der Blasenwand sich in die Mundhöhle hineinschlägt, und zu beiden Seiten auf der Innenseite der Backen vermittelst zweier, schief von den obern Mundwinkeln nach den Spitzen der Kinnladenäste abwärts gerichteten, mit diesen beinahe einen rechten Winkel bildenden Anwachsstreifen (ae) angeheftet ist. Durch diese Befestigung ist der Gaumen wie ein Vorhang quer durch die Mundhöhle lose ausgespannt, und bildet das obere, resp. vordere Dach desselben, während der untere freie bogige Rand des Gaumens (fde) unmittelbar auf der Kinnlade aufliegt. Blickt man demnach von vorn in das *Peristom,* so erscheint dasselbe durch den halbkreisförmigen, nach aussen gewölbten Gaumen (ad) verschlossen. Zwischen dem Gaumen und der oberen Wand der Blase befindet sich eine Tasche, die Stirnhöhle (eag).

Höchst merkwürdig ist die Anatomie dieser Organe. Die Blasenwand besteht im Allgemeinen aus zwei Schichten von Parenchymzellen, von denen die äussere Schicht reichliche Chlorophyllkörnchen, die innere ausserdem in älteren Zuständen *Anthocyan* enthält. Mit den grösseren rundlichen Zellen wechseln schmale cylindrische, welche auf der Aussenschicht ähnlich wie *Aldrovanda,* zweiarmige (Fig. 9g), auf der Innenschicht dagegen vierarmige Haare tragen; die letzteren in Form eines Andreaskreuzes, sind didynamisch; die längeren Arme nach dem Stiel gerichtet.

Der dicke Körper der Kinnlade besteht aus einer grösseren Zahl Zellschichten, welche ausser Chlorophyll oft blauen Farbstoff enthalten. Die Innenseite der Kinnlade, die der Centralhöhle zugewendet ist, trägt einen dichten Flaum cylindrischer langer Haare, welche paarweise auf je einer Tragzelle entspringen; offenbar eine Modification der gewöhnlichen zweiarmigen Trichome. Die aufsteigenden Aeste der Kinnlade sind mit einer Hautschicht von schmalen länglichen Zellen bekleidet.

Der Gaumen besteht aus einer doppelten Zellschicht, häufig mit schön blauem Zellinhalt, die äussere Lage ist von kleineren welligen Zellen gebildet, welche in den einspringenden Winkeln leistenartige Falten besitzen; diese Zellen werden gegen den untern freien Rand

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

des Gaumens schmäler und kürzer, und zeigen hier Ringfasern. Die innere Zellschicht des Gaumens ist aus grösseren rundlichen Zellen zusammengesetzt, welche in auffallender schon von Meyen hervorgehobener Weise um ein in der Mitte des freien Gaumenrandes gelegenes Centrum concentrisch strahlig angeordnet sind, etwa wie die Zellen von *Phyllactidium pulchellum.*

Die ganze innere Mundhöhle, und zwar ebenso die Innenfläche der Backen, als die Aussenfläche der Kinnlade und des Gaumens, entwickelt sehr zahlreiche dreizellige Trichome (Fig. 9 a b); jedes aus einer Stiel-, Mittel- und Kolbenzelle bestehend. Die Stielzelle ist cylindrisch, bald sehr lang, bald kürzer, die Mittelzelle dem Stiel isodiametrisch, gedrungen, scheinbar quadratisch; die scheitelständigen Kolbenzellen haben stets grösseren Durchmesser, und bilden bald schmäler, ein verlängertes keulenförmiges, bald ein sehr dickes kugliges Köpfchen; die Membran dieser Köpfchen scheint in Schleim aufzuquellen und erinnert im optischen Verhalten etwa an gewisse Narbenpapillen.

Die längsten dieser eigenthümlichen Trichome befinden sich gegen den oberen *Peristom*rand; die grössten Kugelköpfchen auf kürzesten Stielen stehen in einem Bogen nahe dem untern Rand der äusseren Gaumenfläche. Die letztere trägt ausserdem um die Mitte der concentrischen Zellordnung beiderseits je zwei sehr lange, aus einfachen Zellreihen gebildete Kegelborsten (Fig. 9 h), welche aus der Mundöffnung herausragen. Je zwei ähnliche, noch stärkere Kegelborsten finden sich am unteren *Peristom*rand zu beiden Seiten des Kinnladenkörpers (Fig. 9 i, Fig. 8 c, d); endlich erheben sich zu beiden Seiten des obern *Peristom*randes je eine sehr grosse, bogig nach vorn und oben aufsteigende, unten mehrreihige, oben einreihige Borste, welche unter der Mitte 1—2 Gabeläste ausschickt, so dass die Mundwinkel in der Verlängerung der Stirn von zwei Schnurrbartborsten, oder Fühlfäden begleitet erscheinen (Fig. 9 a, Fig. 8 a b).

Wie schon bemerkt, ist in jüngeren lebenskräftigen Blasen die Mundhöhle gegen die Centralhöhle dadurch verschlossen, dass der freie bogenförmige Rand des Gaumens an die hintere Fläche der Kinnlade angedrückt ist; schon Treviranus fand, dass sich Luftblasen nicht aus unverletzten Blasen herausdrücken lassen.

Hierbei wirkt eine in dem Gewebe der Blasenwandung vorhandene Spannung mit; denn wenn man durch einen Querschnitt das ganze *Peristom* bis zur Kinnlade entfernt, so ändert sich augenblicklich die Form der Blase, indem die durch den Schnitt blosgelegte Oeffnung sich in die Quere breit zieht (Fig. 8). Offenbar leistet in der unverletzten Blase die dicke Wulst der Kinnlade dieser Gewebs-

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

spannung Widerstand; doch befindet sich das in der Blase eingeschlossene Wasser unter einem Druck, welcher als *vis a tergo* den freien Gaumenrand gleich einem Klappenventil an die Kinnlade fest anpressen muss.

Dagegen ist es leicht, das Ventil in der Richtung von vorn nach hinten zu öffnen; man kann mit einer Borste von aussen her leicht den Gaumen zurückdrücken, und diese ohne Verletzung in die Centralhöhle einführen; zieht man die Borste zurück, so verschliesst der Gaumen wieder die Mundhöhle. Diese Einrichtung macht es begreiflich, dass lebende Wasserthiere, welche durch das *Peristom* in die Mundhöhle eingedrungen, das Gaumenventil heben und ohne Schwierigkeit in die Centralhöhle der Blase gelangen; von hier können sie jedoch nicht wieder heraus, da der Gaumen sich nach innen, aber nicht nach aussen öffnet, und obwohl man die gefangenen Thierchen in der zwischen äusserer Blasenwand und Gaumen befindlichen Tasche, der Stirnhöhle, oft gegen den Gaumen sich anstemmen sieht, vermögen sie sich doch nicht zu befreien, wohl aber können neue Opfer in beliebiger Zahl sich in die Gefangenschaft begeben.

So stellt die Blase von *Utricularia* eine eben so einfach, als zweckmässig gebaute Falle dar, aus welcher die kräftigsten Wasserkrebse sich nicht zu befreien vermögen. Vermuthlich bilden die kugel- oder keulenförmigen Köpfchen der dreizelligen Trichome, welche die innere Mundhöhle auskleiden, und anscheinend verschleimen, den Köder, welcher die Wasserthiere verlockt, sich in die Fallen zu begeben.

Ob dagegen von den übrigen Haaren Secrete ausgeschieden werden, und ob namentlich die Centralhöhle Stoffe enthält, welche von dem umgebenden Wasser verschieden sind, habe ich nicht ermitteln können. Bekanntlich nehmen die Blasen in späterem Alter eine blaue Färbung an, was beweist, dass der Saft ihrer Zellen alsdann neutral oder alkalisch reagirt, da der blaue Farbstoff *(Anthocyan)* durch Säuren geröthet wird; die jüngeren kräftigeren Blasen enthalten nur Chlorophyll; in den alten blauen Blasen, welche leicht von den Stielen abfallen, ist übrigens die Mundhöhle nicht fest verschlossen. Auch kann ich nicht angeben, was die kleinen Gefangenen eigentlich daran hindert, durch die Wände ihres Kerkers durchzubrechen, und welche Ursachen schliesslich ihren Tod veranlassen. Möglich, dass bei *Utricularia* wie bei *Aldrovanda* die Opfer einfach durch Verhungern zu Grunde gehen. In *Aldrovanda*blättern eingeschlossene Cypriskrebse bewegten sich 6 Tage in ihrem Gefängniss, bevor sie abstarben, während nach den Beobachtungen Steins die am

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

kräftigsten vegetirenden Pflanzen, welche ihre Blätter flach ausgebreitet hatten und gereizt sich augenblicklich zusammenfalteten, leblose Einschlüsse nicht über 18 — 36 Stunden festhielten, und sich dann wieder öffneten. Eine in einer *Utricularia*blase gefangene Mückenlarve befreite sich nach drei Tagen, indem sie ein Loch durch die Blasenwand biss; am vierten Tage hatte sie sich freiwillig wieder in den Kerker zurückbegeben, in dem sie Tags darauf todt gefunden wurde.

Nachdem sich übrigens herausgestellt hat, dass die Blasen von *Utricularia* als Thierfallen *(muscipulae)* eingerichtet sind, liegt der Gedanke nahe, ob nicht auch andere blasen- und schlauchartige Organe eine ähnliche Bestimmung haben. Es wären zunächst *Nepenthes, Sarracenia, Dischidia, Cephalotus,* vielleicht auch *Azolla* und *Lathraea*, mit ihren merkwürdigen Blatthöhlen ins Auge zu fassen. Die Schläuche von *Cephalotus* fand Rob. Brown gewöhnlich zur Hälfte mit einer wässrigen, schwach süsslichen Flüssigkeit erfüllt, worin man oft eine grosse Menge kleiner ertrunkener Ameisen antraf *(great numbers of a small species of Ant) General Remarks on the Botany of terra Australis in Miscellaneous botanical works vol. I. p. 77. 1866.* Von *Nepenthes destillatoria* berichtet Meyen (Phys. I. p. 513), dass die süssliche, nach Loddiges säuerliche Flüssigkeit im Innern der Schläuche eine grosse Menge Insecten herbeilocke, welche darin ihren Tod finden.

Ob die in den Fallen von *Utricularia,* wie in denen von *Aldrovanda* gefangenen Thiere wirklich zur Ernährung dieser Pflanzen dienen, dafür vermag ich allerdings für jetzt weder im positiven noch im negativen Sinne etwas Entscheidendes aufzuführen. Für die letztere Ansicht könnte der Beweis nur durch das schwer in der Praxis durchzuführende Experiment gegeben werden, wenn nämlich *Utricularia* oder *Aldrovanda,* in einem von Gliederthieren und Würmern völlig freien Wasser längere Zeit cultivirt, sich eben so kräftig entwickeln sollten, wie in dem von solchen Thieren reich belebten Wasser. Die bisherigen Erfahrungen scheinen in sofern dagegen zu sprechen, als in der Cultur *Aldrovanda* und *Utricularia* überhaupt nicht besonders gut gedeihen, und mit der Zeit immer kleinere Blätter mit mehr oder minder verkümmerten Blasen hervorbringen, was auf eine ungenügende Ernährung hinweist. Doch zeigt sich allerdings dieses Verkümmern auch bei solchen Wasserpflanzen, bei denen an eine Beziehung zu Insecten nicht gedacht werden kann; die im Aquarium durch längere Zeit erzogenen Individuen von *Stratiotes, Hydrocharis, Salvinia* u. s. w. werden so zwerghaft, dass

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

man sie kaum für die nämliche Species mit den im Freien wachsenden Pflanzen halten möchte; selbst die unverwüstliche *Elodea* gedeiht im Aquarium nur kümmerlich. Ich kann hierfür keinen anderen Grund finden, als dass die Menge der im Wasser gelösten Salze im geschlossenen Raume des Aquariums für eine kräftige Ernährung der Pflanzen nicht ausreicht; und vermuthlich würde die periodische Zufuhr von Nährlösungen dem Verkümmern der höheren Wasserpflanzen in ähnlicher Weise entgegenwirken, wie dies Famintzin bei der Cultur von Algen gelungen ist. Wenn die riesigen Tange der Nordsee in der Ostsee zwerghaft werden, so kann die Ursache füglich auch nur in der verdünnteren Salzlösung des Binnenmeers vermuthet werden.

Für die Annahme dagegen, dass die in den Blattfallen gefangenen und absterbenden Thierchen auch wirklich verdaut, dass gewisse, aus deren Zersetzung hervorgehende flüssige organische Verbindungen, oder vielleicht auch nur ihre anorganischen Bestandtheile von den Blättern aufgesaugt, und in den grünen Geweben assimilirt werden, sprechen auf der anderen Seite offenbar folgende Erwägungen:

1) dass der Mangel einer Wurzel bei *Aldrovanda* und *Utricularia* eine normale Ernährung, wie bei den übrigen Pflanzen, unmöglich, und eine Vertretung der Wurzelfunction durch andere Organe nicht unwahrscheinlich macht;

2) dass die Blasen von *Utricularia* und *Aldrovanda* ganz offenbar für das Fangen und Tödten von Wasserthieren eingerichtet sind, dass eine solche Einrichtung aber zwecklos wäre, wenn die gefangenen Insecten nicht für die Pflanzen selbst einen Nutzen hätten. Ein anderweitiger Zweck der betreffenden Organe hat sich jedenfalls bis jetzt nicht ausmitteln lassen; dass sie nicht als Schwimmblasen dienen, ist leicht zu erkennen, da die Pflanzen ohne die Blasen ebenso gut schwimmen als mit denselben. Anzunehmen dass an einem Organismus eine Einrichtung bestehen und sich ohne Verkümmerung durch die Reihe der Generationen forterben kann, die für denselben zweck- und nutzlos ist, d. h. die demselben nicht im Kampfe um das Dasein einen Vortheil gewährt, verbietet uns die moderne, auf Darwin'sche Ideen gebaute Naturanschauung. Neuere Beobachtungen haben uns ausserdem gelehrt, dass die Ernährung der Pflanzen nicht überall jenen einfachen und gleichförmigen Gesetzen folgt, welche man durch Verallgemeinerung einer Reihe von Beobachtungen insbesondere an Culturpflanzen deducirt hatte; die Erscheinungen an den phanerogamischen und kryptogamischen Parasiten und Saprophyten, das Vorkommen von Algen in den Hyphengeflech-

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

ten der Lichenen, wie in den Geweben der Phanerogamen beweisen, dass auch in Bezug auf die Ernährung verschiedene Pflanzenarten sehr verschiedenartigen Lebensbedingungen angepasst sind; sie lassen die Möglichkeit, dass auch Thiere zur Ernährung nicht blos der entozoischen Pilze sondern auch höherer Pflanzen verwendet werden können, nicht als so fern liegend erscheinen, wie dies wohl auf den ersten Blick scheinen mag. Mit Spannung sehen wir daher den ausführlichen Untersuchungen über die Droseraceen von Darwin entgegen, dem genialen Forscher, welcher zuerst den Muth gehabt hat, eine Reihe theilweise schon früher bekannter, aber nie näher untersuchter Erscheinungen unter einem neuen überraschenden Gesichtspunkt zusammenzufassen, und der auch für die hier mitgetheilten Beobachtungen die leitende Anregung gegeben hat.

Johnsdorf bei Liegnitz, den 11. August 1874.

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

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

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1—5. Aldrovanda vesiculosa Monti.

Fig. 1. Ein halbgeöffnetes Blatt von *Aldrovanda*, mit 6 borstenartigen Zipfeln zu beiden Seiten der Blattspreite. Vergr. 3.

Fig. 2. Die Blattspreite zusammen gefaltet, so dass die kreissegmentförmigen Mittelstücke (a) eine Höhlung begrenzen, in welcher eine gefangene Daphnia umherschwimmt, während die sichelförmigen Säume (b) auf einander gelegt, und die nach innen eingeschlagenen mit einzelligen Zähnen bewimperten Ränder (c) sich dicht berühren. Vergr. 9.

Fig. 3. Die Blattspreite völlig ausgebreitet, von Oben gesehen; a. kreissegmentförmiges Mittelstück mit zahlreichen linsenförmigen Drüsen und einzelnen Borsten besetzt; letztere bilden einen Bart über dem Mittelnerv; b. sichelförmiger Saum ohne Drüsen und Borsten, der Rand c. nach innen eingeschlagen und mit einzelligen Kegelhaaren besetzt. Vergr. 9.

Fig. 4. Querschnitt eines geschlossenen Blattes; die sichelförmigen Säume (b) sind so aufeinander gelegt, dass der eine Saum concav, der andere convex; die Kegelhaare der Ränder c. greifen in einander; in der durch die Mittelstücke der Blätter (a) gebildeten Höhle, in der die Drüsen und Borsten angedeutet sind, befindet sich eine gefangene Cypris. Vergr. 9.

Fig. 5. Ein Quirl von Blättern, von denen einzelne geöffnet, andere geschlossen, gefangene Crystaceen einschliessen. N. Gr.

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

Fig. 6—9. Utricularia vulgaris L.

Fig. 6. Eine Blase von *Utricularia* von der Seite gesehen; b. Peristom. Vergr. 4.

Fig. 7. Dieselbe von der Bauchfläche gesehen, c. Stiel; abcd. Peristom; ab. Oberlippe mit den beiden seitlichen Schnurrbartborsten oder Fühlfäden; ac, bd. die Ränder der Backen; cd. Unterlippe mit je 2 Borsten; im Innern des Peristoms ist der verschliessende Gaumen mit 4 Borsten sichtbar. Vergr. 4.

Fig. 8. Dieselbe Blase nach Abtragung des Peristoms von der Bauchfläche gesehen; durch Gewebsspannung in ihrer Form verändert, vom Rücken zusammengedrückt. Vergr. 4.

Fig. 9. Medianer Längsschnitt durch eine Blase, durch Rücken und Bauchfläche gelegt, so dass die Blase halbirt, und man in den Grund derselben hineinsehen kann; ab. Peristom; acdb. Mundhöhle; bei a. eine Schnurrbartborste, bei i. 2 Borsten der Unterlippe; bc. Körper der Kinnlade durch den Schnitt halbirt; cde. der eine der aufsteigenden Aeste der Kinnlade an die Innenwand der Mundhöhle angewachsen; acdf. Gaumen, bei ac. an die Innenwand der Mundhöhle angeheftet; der freie Rand cdf. an den oberen Rand der Kinnlade angedrückt, und die Mundhöhle verschliessend; der Schnitt hat vom Gaumen mehr als die Hälfte frei gelegt, daher das vordere Stück ade. gleich einem Vorhang zurückgeschlagen erscheint; auf der Vorderfläche des Gaumens sitzen 4 Borsten h.; g. Stirnhöhle; k. Stiel von einem Leitbündel durchzogen, das sich in Rücken- und Bauchfläche verzweigt; in der Centralhöhle bemerkt man einen lebenden Cyclops und eine Arcella. Vergr. 25.

Fig. 10. Dreizellige Trichome mit terminalen, keglichen oder kolbenförmigen Köpfchen, welche die Innenseite der Mundhöhle und die Aussenseite des Gaumens bekleiden und vermuthlich als Köder zur Anlockung von Wasserinsecten dienen.

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

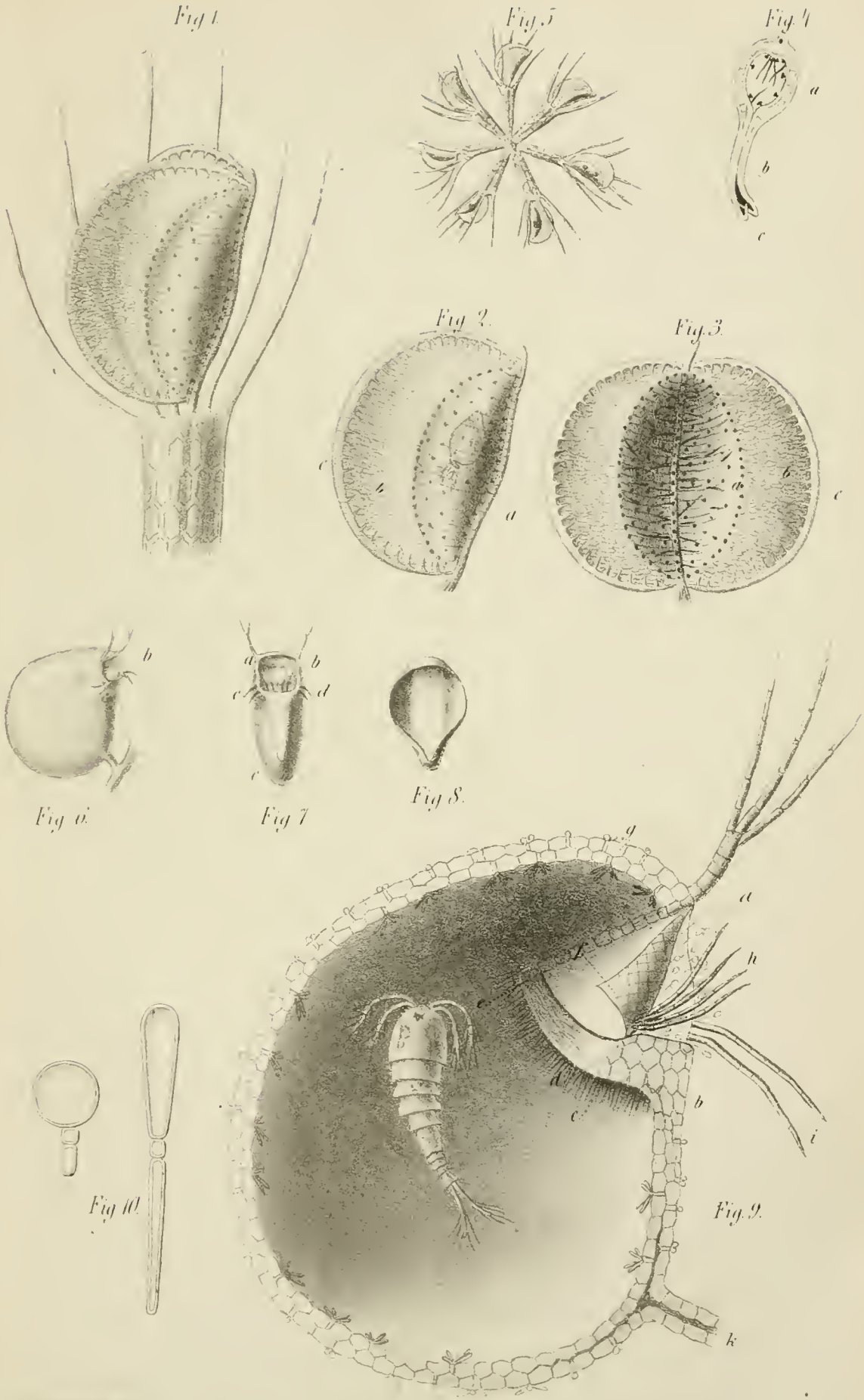

Fig 1-5. Aldrovanda vesiculosa 6-10 Utricularia vulgaris.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Biologie der Pflanzen

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: 1_3

Autor(en)/Author(s): Cohn Ferdinand Julius

Artikel/Article: Ueber die Function der Blasen von Aldrovanda und Utricularia 71-92