FLORA.

60. Jahrgang.

№ 5. Regensburg, 11. Februar 1877.

Inhalt. A. Batalin: Mechanik der Bewegungen der insektenfressenden Pflanzen. (Fortsetzung.) — Dr. E. Duby: Diagnosis Muscorum novorum. — Dr. J. Müller: Lichenologische Beiträge. — Personalnachricht. — Anzeige. —

Mechanik der Bewegungen der insektenfressenden Pflanzen.

Von A. Batalin.

(Fortsetzung.)

Wenn also bewiesen ist, dass alle Krümmungen durch die Reizung mit einem Zuwachse verbunden sind, so ist die erste auf dem Wege zur Lösung stehende Frage, welche Theile der Drüsen und Blätter die unmittelbare Reizung zu empfangen fähig sind? Bezüglich dieser Frage haben wir zwei einander widersprechende Angaben von Nitschke und Darwin. Nitschke beweist, dass alle Theile, sogar die untere Fläche der Blattspreite, die Eigenschaft besitzen, die unmittelbare Reizung zu empfangen. Darwin im Gegentheil behauptet, dass solche Empfindlichkeit nur in den Drüsen, d. h. nur in ihren schleimigen oberen Theilen vorhanden ist, — dass andere Theile gar nicht empfindlich sind und nur durch die Transmission der Reizung gereizt sein können. Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich die Angaben von Darwin bestätigen, dass nur die Köpfchen der Drüsen die un-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0071-7

mittelbare Reizung empfangen können. Ich befestigte an die Drüsenstiele kleine Stückchen Fleisch, hing auf sie Platindraht, etc. und bekam keine Krümmungen; starke Biegungen rufen auch solche Krümmungen nicht hervor, welche sich einmal geäussert haben, sich nachher vergrösserten, obleich sie in Folge dieser Biegungen nicht in ihrer früheren Lage blieben, doch vergrösserten sich die Krümmungen nicht — und dadurch sind sie von ganz anderer Art; sie sind jenen Krümmungen analog, welche von Hofmeister entdeckt und von Prillieux genau untersucht wurden; sie sind mit den Krümmungen durch die Reizung nicht vollständig identisch.

Durch Uebergabe der Reizung, von der Drüse ausgehend, kann jeder Theil des Blattes gereizt werden und eine entsprechende Krümmung machen, — der Blattstiel ausgenommen.

Ueber die Art der Transmission der Reizung von einer Stelle zur anderen und im Einzelnen über das die Reizung leitende Gewebe sind verschiedene Meinungen ausgesprochen worden; jede beruht auf den zum Theil ganz gleichen, aber verschieden gedeuteten Versuchen. Um sich die Ursache dieser Widersprüche zu erklären, muss man zuerst diese Meinungen mit den Beweisen jeder Partei hier darlegen — und ich thue das in chronologischer Folge ihres Erscheinens.

Nitschke meint, dass die Reizung nach allen Richtungen sich centrifugal von der Empfangsstelle fortpflanzt und dass die Drüsen immer auf die Seite, von welcher die Reizung ausgeht, sich neigen und dabei radial zur Ausgangsstelle der Reizung, wie zum Centrum. Was das die Reizung leitende Gewebe betrifft, so spricht sich Nitschke darüber nicht aus, aber nach allem, was er schreibt, kann man annehmen, dass er alle Gewebe als leitende anzuerkennen geneigt ist.

Ziegler [1]) im Gegentheil behauptet, dass die Reizung ausschliesslich durch die Fibrovasalstränge fortgeleitet ist, — und namentlich durch Spiralgefässe, welche in die Gipfel der Drüsen gelangen. Darauf sich stützend, dass in der Blattspreite von *Drosera intermedia* drei parallel laufende Systeme von Fibrovasalsträngen verlaufen, welche nur bei dem Gipfel der Spreite und bei dem Rhizom sich verbinden, und alle Verzweigungen jedes Systems keine Anastomosen mit den Verzweigungen anderer Sy-

1) M. Ziegler. Sur la transmission de l'irritation d'un point à un autre dans les feuilles des Drosera, et sur la rôle que les trachées paraissent jouer dans ces plantes. Comptes rendus. 1874. Tome LXXVIII, p. 1417.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0072-3

steme haben, machte er folgenden Versuch: er zerschnitt bald das eine, bald das andere Randsystem der Fibrovasalstränge in der Mitte der Lamina und reizte darauf an der Einschnittshöhe jene Drüsen, in welche das Gefäss aus dem mittleren System von Gefässen einging. In diesen Fällen reizten und krümmten sich nur jene Randdrüsen, welche sich über der Einschnittstelle befanden; die niedriger liegenden Drüsen blieben intakt. Ziegler erklärt diese Erscheinung dadurch, dass hier die Reizung sich durch das mittlere System von Gefässen entlang geleitet hatte und durch den oberen Verbindungszweig zu dem Randsystem gelangte, wo die entsprechende Wirkung geschah. Weiter bemerkte er, dass sich die in gleichen Entfernungen von der Reizungsstelle befindenden Drüsen scharf unterschieden: die höher von der Einschnittstelle stehenden waren gekrümmt, die niedriger stehenden — blieben gerade; wenn die Uebermittelung der Reizung durch das Parenchym ginge, so wäre solcher Unterschied unmöglich.

Darwin [1]) behauptet auch, dass die Reizung sich centrifugal nach allen Richtungen verbreitet, dass die Krümmung der Drüsen immer nach jener Seite stattfindet, von welcher die Reizung ausgeht und dabei streng radial beziehentlich zu der Quelle der Reizung; aber die Schnelligkeit der Uebermittelung ist nicht gleich in Längs- oder Querrichtung: längs der Lamina (d. h. nach der Richtung der Stiellänge) geht die Uebermittelung rascher, als in querer Richtung (entgegengesetzt der Richtung der Verlängerung des Stieles), — obgleich die Entfernungen fast gleich sind, da die Spreite von *Drosera rotundifolia* L., mit welcher Darwin arbeitete, fast rund ist. Was das die Reizung leitende Gewebe betrifft, so meint Darwin, dass als solches das Parenchym des Blattes anerkannt werden muss, — und nicht die Gefässstränge, — in welcher Hinsicht er mit Ziegler nicht übereinstimmt, worüber er selbst in einer Randbemerkung spricht. Die Gründe, welche ihn gezwungen haben einen solchen Schluss zu ziehen, bestehen in Folgendem: Als am wichtigsten muss man jene Erscheinungen betrachten, dass, wenn man eine der Randdrüsen reizt, so krümmen sich die ihr benachtbarten Drüsen von allen Seiten streng radial zu ihr und weil von ihr nur ein einziges Gefäss ausgeht, welches mit den anderen sich so vereinigt, dass die Reizung, längs des Gefässes gehend einen grossen Umweg machen

1) L. c. Seite 227.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0073-9

muss, bevor sie zu den die gereizte Drüse umgebenden Drüsen gelangen konnte, — so ist es klar, dass in diesem Versuche die Reizung strahlenweise in alle Richtungen ging und nicht durch die Elemente des Fibrovasalstranges, sondern durch das Parenchym; weiter, die Reizung, längs des Gefässstranges gehend, musste allen am Wege stehenden Drüsen übergeben werden — was man nicht bemerkt. Da aus diesen Versuchen, zuerst von Nitschke gemacht und nachher von Darwin bestätigt, sich erwies, dass die Krümmung von Drüsen sich nicht immer zum Centrum der Blattspreite richtet, sondern auch seitenwärts (wenn die Quelle der Reizung seitwärts liegt), so giebt folglich dieser Versuch einen Beweis dafür, dass die Reizung durch das Parenchym geht: sie kann also zur Drüse von verschiedenen Seiten gelangen und jene Seite, welche zuerst gereizt war, macht die Krümmung in der Richtung nach der Seite der ersten Reizung. Den Unterschied in der Schnelligkeit der Uebermittelung längs und quer des Blattes erklärt Darwin dadurch, dass die Parenchymzellen längs des Blattes verlängert und in querer Richtung zusammengedrückt sind und daher muss die Uebermittelung in querer Richtung schon dadurch langsamer sein, dass in dieser Richtung die Reizung durch zahlreichere Querwände durchdringen muss, als in der Längsrichtung, — um eine und dieselbe Strecke zu machen. Darwin wiederholte die Versuche von Ziegler (an *Drosera rotundifolia* L.), bekam gleiche Resultate, wie Ziegler, und nichts destoweniger zog er die oben angeführten Schlüsse.

In dem gegebenen Falle ist es merkwürdig, dass zwei Naturforscher, ganz dieselben Versuche machend und ganz zu denselben Resultaten gelangend, aus ihnen vollständig widersprechende Schlüsse ziehen. Schon nach dem Erscheinen des Werkes von Darwin, sprach sich Morren [1]) in seiner Rede vor der Academie in Bruxelles dafür aus, dass die Reizung über die Parenchymzellen geht und nicht durch die Elemente des Fibrovasalstranges; die entgegenstehende Meinung von Ziegler und Heckel [2]) (welcher dieses für andere reizbare Pflanzen beweist) betrachtet er als jedes sicheren Grundes entbehrend.

1) La théorie des plantes carnivores et irritables, par E. Morren. Bruxelles 1875. 8°, pag. 46—47.

2) Ed. Heckel. „Du mouvement végétal.“ Nouvelles recherches anatomiques et physiologiques sur la mobilité dans quelques organes reproducteurs des phanerogames. Paris 1875. Diese Untersuchungen von Heckel enthalten einige interessante Beobachtungen, welche Anlass geben können zu neuen Schlüssen betreffend das Wesen der Reizung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0074-5

Während meiner Untersuchungen über die Mechanik der Bewegungen von *Drosera* (im Sommer 1875) machte ich viele Versuche zur Erforschung der Art der Uebermittelung der Reizung und kam zu Schlusse, dass namentlich Fibrovasalstränge die Leiter der Reizung sind; die Beweise von Darwin konnten meinen Schluss nicht erschüttern. Ich wiederholte die Versuche von Ziegler an *Drosera intermedia*, so wie auch an *D. longifolia* und *D. rotundifolia;* das Studium ihrer Nervation zeigte, mit den Angaben von Ziegler, Nitschke [1]) und Darwin übereinstimmend, dass in der Spreite von *Drosera* drei isolirte Systeme von Fibrovasalsträngen vorhanden sind, welche nur am Gipfel der Blattlamina vermittelst eines Querzweiges sich vereinigen, und dass es ausserdem entweder in der Lamina, oder sogar im Blattstiele keine Verbindung von Systemen giebt, so dass, wenn man vorsichtig mit der Lancette diese obere Anastomose (Verbindung) durchschneidet, sehr leicht alle drei Systeme von einander vollständig isolirt werden. [2]).

Die Gefässe an verschiedenen Stellen des Blattes aufschneidend und bald eine, bald andere Drüsen reizend, erhielt ich immer Resultate, denen von Ziegler ähnlich: die niedrigeren Stellen als die Einschnittstelle von Hauptzweigen des Gefässstranges blieben fast immer wie paralysirt; bisweilen war es auch so, dass die nächsten Drüsen sich krümmten, obschon sie die Reizung vermittelst der Gefässe nicht erhalten konnten, — aber diese Reizung erstreckte sich nicht weiter als auf die nächste Reihe von Drüsen und doch auch hier krümmten sich nicht alle Drüsen, — aber dafür bewegten sich mitunter auch einzelne Drüsen der zweiten concentrischen Reihe. Alle diese Versuche machten einen solchen Eindruck, dass die Reizung in normalen Fällen (d. h. in unverletzten Blättern) fast ausschliesslich durch die Elemente des Fibrovasalstranges übermittelt wird, und dass

1) Bot. Ztg. 1861. Tafel IX, Fig. 1. zum Aufsatze: „Anatomie des Sonnenthaublattes" (*Dros. rotund.* L.)

2) Ziegler empfiehlt zum Studium der Nervation des Blattes die ziemlich mühsame Methode seines Trocknens, Durchtränkung mit Chloroform und canadischem Balsam; ich konnte nach seiner Methode keine vollständig guten Präparate bekommen; viel leichter kann man sie erhalten, wenn man die Blätter vorläufig im Alkohol am Lichte entfärbt und nachher im Wasser gewaschen im Aetzkali mittlerer Concentration legt und dabei die Temperatur circa 60° so lange hält, bis sie vollständig durchsichtig werden; auf diese Weise, nach entsprechendem Waschen im Wasser, bekam ich solche Präparate, welche nichts zu wünschen übrig liessen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0075-1

sie in verletzten Blättern auch durch das Parenchym sich verbreitet. Sogar die Versuche von Darwin aufmerksam betrachtet, kann man sich leicht überzeugen, dass das Einschneiden des Fibrovasalstranges eine starke Verlangsamung der Uebermittelung der Reizung zur Folge hatte (Seite 225, Versuch Nr. 2), was die Vermittelung des Fibrovasalstranges in normalen Fällen beweist. Einige Versuche von Darwin sprechen sogar entschieden gegen ihn. Zum Beispiel auf der Seite 213 theilt er mit, dass wenn man ein Stück Fleisch auf den Gipfel der Randdrüse legt, so tritt die Reizung der benachbarten Drüsen nicht früher ein, als bis diese Randdrüse sich so gekrümmt haben wird, dass sie die Gipfel der mittleren Drüsen berührte und dann den Impuls, von der Mitte der Spreite ausgehend, auch in die Bewegung benachbarter Drüsen bringt. Es fragt sich nun: warum geschah nicht die Uebermittelung der Reizung durch Parenchymzellen, welche zwei benachbarte Randdrüsen von einander trennen — sie stehen sehr nah an einander, sie sind von wenigen Parenchymzellen getrennt? Auf derselben Seite steht weiter, dass wenn man alle innere Drüsen wegnimmt, so ist es durch die Reizung der einen Randdrüse gar nicht möglich, durch Uebermittelung die benachbarten Randdrüsen zur Krümmung zu bringen.

Weiter führt Darwin selbst einige bemerkenswerthe Fälle der Uebermittelung der Reizung durch die Fibrovasalstränge an. Namentlich, die Drüsen seitwärts irgend einer Seite reizend, bemerkte er, dass bisweilen entferntere Drüsen, auf der Achse des Blattes (auf der Verlängerung des Stieles) stehende, auf beiden Seiten, sich krümmten, indem die näher stehenden, aber seitwärts, nicht auf der Verlängerung des Blattstieles, sich nicht krümmten; es ist klar, dass sich hier die Reizung mit grösserer Leichtigkeit durch die Nerven und nicht durch das Parenchym fortpflanzte. Mir scheint es, dass es genug ist nur einmal die Wirkung des Zerschneidens des Nerves zu sehen, wenn die hintere Partie des Blattes bewegungslos bleibt (wie Darwin betreffend sich ausdrückte, wie beim Thiere bei welchem das Rückgrad zerbrochen ist,) um sofort die Meinung zu haben, dass die Fibrovasalstränge die Reizung übermitteln. Darwin selbst hatte die Gelegenheit sich zu überzeugen, wie es wichtig ist den Nerv vollständig zu zerschneiden, um ein reines Resultat zu bekommen (Seite 226, Versuch Nr. 4 und folg.): auf einer Seite war der Nerv nicht vollständig zerschnitten, es blieben gestreckte die Gefässe umgebende Zellen unberührt — und hier sofort erfolgte die Krümmung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0076-6

Mir scheint es, dass der berühmte Morpholog aus den Versuchen von Ziegler und seinen eigenen solchen Schluss deshalb gezogen hat, weil er nicht scharf genug zwei verschiedene Begriffe getrennt hat: die Uebermittelung des Reizes und die Reizung selbst und deshalb hat er nicht unterschieden: die Gewebe, welche die Reizung fortleiten, und diejenigen, welche sie empfangen, d. h. die gereizt werdenden. Aus dem, was ich selbst beobachtet habe und aus jenem, was von Ziegler und Darwin darüber geschrieben ist, denke ich, kann ich den sehr wahrscheinlichen Schluss ziehen, dass die Uebermittelung des Reizes vermittelst des Fibrovasalstranges geschieht, aber die Reizung selbst auf die Parenchymzellen wirkt.

Alle Erscheinungen der Uebermittelung der Reizung machen einen solchen Eindruck, als ob die reizende Kraft, von irgend einer Stelle ausgehend, denjenigen Weg zu ihrer Verbreitung sucht, welcher ihr geringere Hindernisse entgegensetzt. Ich will keine vollständige Analogie ziehen, aber es scheint mir, dass die Reizung in Betreff der Verbreitung (Uebermittelung) viel Aehnlichkeit mit dem galvanischen Strome darstellt, welcher immer nach den besten Leitern geht und wenn durch sie der Gang erschwert wird, so wählt er einen anderen Weg, nach den schlechteren Leitern. Als solchen guten Leiter muss man den Fibrovasalstrang betrachten, — als weniger guten — das sich reizende Parenchym, nach welchem sich die Reizung auch leiten kann, wenn der gewöhnliche Weg erschwert ist. Dass die Reizung auch durch das Blattparenchym geleitet ist, das ist dadurch bewiesen, dass die Reizung bisweilen sich so verbreitet, dass die Drüsen nicht zum Centrum des Blattes, sondern zum Ausgangspunkte der Reizung (d. h. auch seitwärts) sich krümmen, — und noch dadurch, dass sich solche Organe krümmen, welche aus mehreren Parenchymschichten bestehen, wo also die Reizungskraft von einer Schicht zur andern übermittelt sein muss, dass das Organ sich krümmen konnte. Aber es ist unzweifelhaft, dass die Reizung viel leichter durch den Fibrovasalstrang sich verbreitet; durch das Parenchym leitet sie sich nur dann, wenn sie stark genug ist und jedenfalls auf kurze Entfernung; das beweisen alle Versuche mit Einschneiden von Strängen, wann der untere Theil des Blattes immer wie paralysirt sich erwies; die Erklärung von Darwin, dass er als solches dadurch sich erwies, dass man beim Zerschneiden immer viel Parenchym zerstört, ist leicht dadurch beseitigt, dass man leicht einen solchen Einschnitt machen kann, bei welchem

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0077-2

das Parenchym fast nicht zerstört wird; selbst beim unvorsichtigen Einschneiden zerstört man nicht mehr als 2—3—5% der Gesammtquantität des sich auf jedem gegebenen Querschnitte befindenden Parenchymgewebes, — das ist eine so geringe Quantität, dass man sie nicht zu erwähnen braucht. Folglich, wenn die Uebermittelung durch das Parenchym geschähe — so wäre kein Grund vorhanden den unteren Blatttheil paralysirt erscheinen zu lassen, was immer der Fall war. Zuletzt sah Darwin selbst, dies bemerkte auch Ziegler, dass zwei Drüsen, in gleichen Entfernungen von dem Reizungspunkte sich befindend, mit verschiedener Schnelligkeit sich krümmten, wenn in eine von ihnen die Reizung vermittelst des Fibrovasalstranges näher als in die andere übermittelt sein konnte.

Weiter verweist Darwin zur Bekräftigung seiner Meinung auf *Dionaea muscipula* und *Aldrovanda vesiculosa*, welche letztere auch Cohn untersuchte und zum Schlusse gelangte, dass das Parenchymgewebe die Reizung empfängt, darauf sich stützend dass in den sich zusammenschliessenden Blättern keine Elemente von Fibrovasalsträngen existiren. Es ist zweifellos, dass bei *Aldrovanda vesiculosa* das Parenchym die Reizung bekommt und dass in seinen Blattflächen keine Elemente von Fibrovasalsträngen existiren, — und dennoch giebt es keinen Zweifel darin, dass auch hier die Reizung durch das Parenchym langsam sich verbreitet, weil auf dem grossen Blatte von *Dionaea* nur 6 reizbare Härchen sind, während an der Lamina von *Aldrovanda vesiculosa*, welche um 7 Mal kleinere Dimensionen besitzt, Darwin selbst ungefähr 30 reizbare Härchen zeichnet. Es ist klar, dass die Reizung von einem Härchen ungenügend ist, um sie auf die ganze Spreite zu übermitteln und wenn sie sich übermittelt, so sehr langsam, weil es eine besondere Anpassung giebt (die grosse Zahl von Härchen), in Folge dessen das Thier unvermeidlich zugleich mehrere Härchen berührt. Was die Hinweisung auf *Dionaea* betrifft, so werden wir uns bei Besprechung der Mechanik der Bewegung dieser Pflanze ihr zuwenden.

Das Wesen der Reizung, d. h. die Kraft, welche gewisse Zellen sich zusammenzuziehen zwingt, ist uns unbekannt. Obwohl Darwin im 10. Capitel dieser Frage einige Seiten widmet, spricht er doch seine Meinung nicht aus und legt blos jene zahlreichen Erklärungen von dieser Erscheinung dar, welche zur Zeit möglich sind. Schon diese grosse Zahl von Erklärungen zeigt, dass zur Zeit keine wirkliche Erklärung existirt. Einige Betracht-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0078-8

ungen über das Wesen der Reizung erlaube ich mir bei Darlegung meiner Untersuchungen über *Dionaea* anzuführen.

Ueber die Ursachen und die Mechanik der umgekehrten Bewegung (d. h. Wiederausbreitung) des Blattes s. später im Capitel über *Dionaea*.

(Fortsetzung folgt.)

Diagnosis Muscorum novorum,

quos die 7. Dec. 1876 Societati Physicae et Historiae naturalis Genevensis, cum iconibus et descriptionibus communicavit

Doct. J. E. Duby.

1. *Bartramia (Philonotis) Henoni*, dense congesta, caulibus erectis parce ramosis flexuosis 2—3 centim. altis basi fusco-lutescentibus et basi foliorum obtectis, foliis confertis inordinatis intertextis flexuosissimis basi lanceolatis ovato lanceolatisve margine involutis longissime subulatis 5—7 millim. longis subula grosse serrata, nervo apicem attingente, cellulis basilaribus fuscescentibus ovatis, superioribus anguste linearibus sensim abbreviatis quadratis et demum (in subula) minutis confertissimis, terminali acuminata; perich. non diversis; seta laterali basi pilis longis angustissimis hirta cylindrica laevi dilute purpurascente erecto-incurva $1^1/_2$ centim. alta; capsula primo viridescente dein fusca atrofuscave globoso-cylindrica basi truncato-impressa incurva difformi striato-sulcata vix 1—2 millim. lata et alta; operculo plano medio mammillato mammilla minuta; peristomio duplici, externi dentibus 16 rufofulvis pugioniformibus laxe trabeculatis, interni paulo brevioris e membrana alta pellucida sedecies plicata ad dimidiam circiter partem in processus latos acuminatos hiantes approximatos fissa, ciliis 2 tenuissimis interjectis. — In locis humidis ad Skouno Japoniae ad terram et lapides detexit Dr. Hènon — Aff. *B. longifoliae* Hook., sed duplo minor et caracteribus designatis diversa.

Henoniella nov. Gen.

Calyptra campanulata basi fimbriata. Peristomium simplex dentibus per paria dispositis aequidistantibus longissimis in conum non dispositis filiformibus rigidis integerrimis homomorphis non trabeculatis. — Plantulae cespitosae erectae julaceae. —

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0079-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 60

Autor(en)/Author(s): Batalin Alexander Feodorowicz

Artikel/Article: Mechanik der Bewegungen der insektenfressenden Pflanzen 65-73