

- Beispielhafter Auszug aus der digitalisierten Fassung im Format PDF -

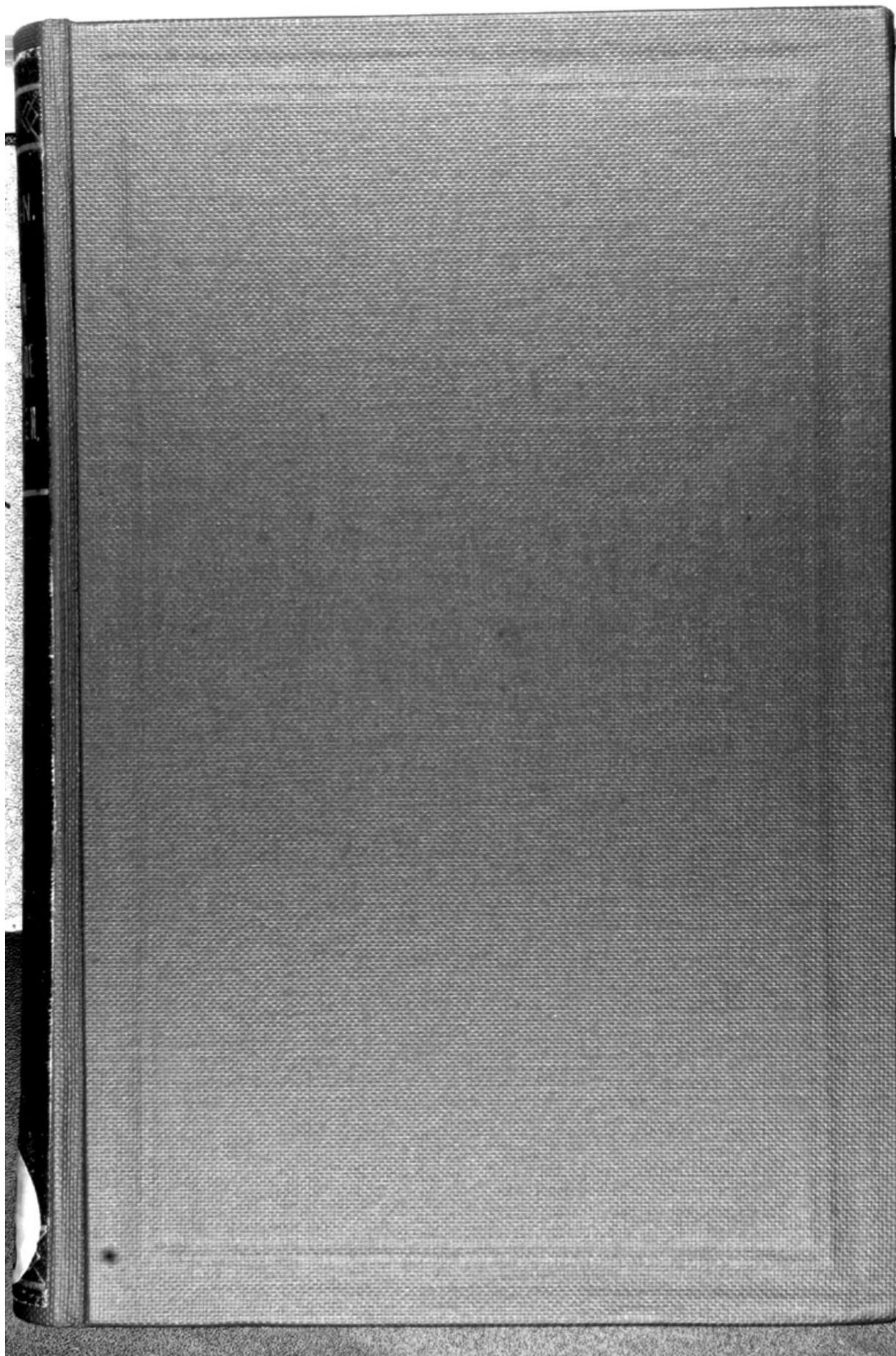
# Insectenfressende Pflanzen

---

Charles Darwin

Die Digitalisierung dieses Werkes erfolgte im Rahmen des Projektes BioLib ([www.BioLib.de](http://www.BioLib.de)).

Die Bilddateien wurden im Rahmen des Projektes Virtuelle Fachbibliothek Biologie ([ViFaBio](http://ViFaBio)) durch die [Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg \(Frankfurt am Main\)](http://Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg (Frankfurt am Main)) in das Format PDF überführt, archiviert und zugänglich gemacht.



To58



•T-058•

LS

Charles Darwin,

# Insectenfressende Pflanzen.

Aus dem Englischen

von

J. V. Carus.

In demselben Verlage erschienen früher:

- Ch. Darwin, Reise eines Naturforschers um die Welt.** Aus dem Englischen von **J. V. Carus.** Mit 14 Holzschnitten. 1875. Mark 10. — gebd. Mk. 11. —
- — **Ueber die Entstehung der Arten** durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe um's Dasein. Aus dem Englischen von **H. G. Bronn.** Nach der sechsten englischen Auflage wiederholt durchgesehen und berichtigt von **J. Victor Carus.** Sechste Auflage. Mit dem Portrait des Verfassers. 8. 1876. Mark 10. — gebunden Mk. 11. —
- — **Die Abstammung des Menschen** und die geschlechtliche Zuchtwahl. Aus dem Englischen von **J. Victor Carus.** Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage. 2 Bde. mit 78 Holzschn. gr. 8. 1875. Mark 18. — gebd. Mk. 20. —
- — **Das Variiren der Thiere und Pflanzen** im Zustande der Domestication. Aus dem Englischen übersetzt von **J. Victor Carus.** 2 Bde. mit 43 Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8. 1873. Mark 20. — gebd. Mk. 22. —
- — **Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen** bei dem Menschen und den Thieren. Aus dem Englischen von **J. V. Carus.** Zweite Auflage. Mit 21 Holzschnitten und 7 heliographischen Tafeln. gr. 8. 1874. Mark 10. — gebunden Mk. 11. —
- — Ueber die Einrichtungen zur **Befruchtung** britischer und ausländischer Orchideen durch **Insecten** und über die günstigen Erfolge der Wechselbefruchtung. Aus dem Englischen übersetzt von **Dr. H. G. Bronn.** Mit 34 Holzschnitten. gr. 8. 1862. Mark 4. 40.

---

**Jäger, Dr. Gustav, In Sachen Darwin's insbesondere contra Wigand.** Ein Beitrag zur Rechtfertigung und Fortbildung der Umwandlungslehre. 1875. Mark 5. —

**Dub, Dr. Julius, Kurze Darstellung der Lehre Darwin's** über die Entstehung der Arten der Organismen. Mit 38 Holzschnitten. gr. 8. 1870. Mark 6. —

---

# Insectenfressende Pflanzen

von

**Charles Darwin.**

---

Aus dem Englischen übersetzt

von

*1823-1903*  
**J. Victor Carus.**

*ulius*

Mit dreissig Holzschnitten.



**STUTT GART.**

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1876.

*To 58*

# Insectenfauna der Pfalz

von  
Charles Darwin

aus dem Englischen  
von  
J. Victor Carus

Mit dreizehn Holzschnitten



STUTTGART.

Verlag des Verlagsbuchhandlung (F. Köpfe)

1878

# Inhalt.

## Erstes Capitel.

**Drosera rotundifolia, oder der gemeine Sonnenthau.**

Grosze Zahl Insecten gefangen. — Beschreibung der Blätter und ihrer Anhänge oder Tentakeln. — Vorläufige Skizze der Functionen der verschiedenen Theile und der Art, auf welche Insecten gefangen werden. — Dauer der Einbiegung der Tentakeln. — Beschaffenheit der Absonderung. — Die Art, auf welche die Insecten in die Mitte des Blattes geschafft werden. — Beweis, dass die Drüsen die Fähigkeit haben aufzusaugen. — Die geringe Grösze der Wurzeln S. 1

## Zweites Capitel.

**Die Bewegung der Tentakeln bei der Berührung mit festen Körpern.**

Die Einbiegung der äusseren Tentakeln in Folge der Reizung der Drüsen auf der Scheibe durch wiederholtes Berühren oder durch Gegenstände, die in Berührung mit ihnen gelassen werden. — Die Verschiedenheit in der Wirkung von Körpern, welche lösliche stickstoffhaltige Substanz geben, und solchen, welche dergleichen nicht geben. — Die Einbiegung der äusseren Tentakeln direct verursacht durch Gegenstände, die mit ihren Drüsen in Berührung gelassen werden. — Zeitliche Verhältnisse der beginnenden Einbiegung und der nachfolgenden Streckung. — Die ausserordentliche Kleinheit der Theilchen, welche Einbiegung verursachen. — Wirkung unter Wasser. — Die Einbiegung der äusseren Tentakeln, wenn ihre Drüsen durch wiederholtes Berühren gereizt werden. — Fallende Wassertropfen verursachen keine Einbiegung . . S. 17

## Drittes Capitel.

**Zusammenballung des Protoplasma in den Zellen der Tentakeln.**

Beschaffenheit des Inhalts der Zellen vor der Zusammenballung. — Die verschiedenen Ursachen, welche eine Zusammenballung veranlassen. — Der Proceß fängt in den Drüsen an, und geht die Tentakeln hinunter. — Beschreibung der zusammengeballten Massen und ihrer unwillkürlichen Bewegungen. — Ströme von Protoplasma entlang den Wänden der Zellen. — Wirkung von kohlen-saurem Ammoniak. — Die Körnchen in dem Protoplasma, welches den Wänden entlang flieszt, verschmelzen mit den centralen Massen. — Die äusserst geringe Quantität kohlen-sauren Ammoniaks, welche Zusammenballung verursacht. — Wirkungsart anderer Salze von Ammoniak, — anderer Substanzen, organischer Flüssigkeiten etc., — des Wassers, — der Wärme. — Wieder-auflösung der zusammengeballten Massen. — Nähere Ursachen der Zusammenballung von Protoplasma. — Zusammenfassung und Schlussbemerkungen. — Supplementäre Beobachtungen über Zusammenballung in den Wurzeln der Pflanzen . . . . . S. 33

## Viertes Capitel.

**Die Wirkung der Wärme auf die Blätter.**

Art der Versuche. — Wirkungen kochenden Wassers. — Warmes Wasser verursacht rapide Einbiegung. — Wasser auf höherer Temperatur verursacht nicht sofortige Einbiegung, tödtet aber die Blätter nicht, wie ihr späteres Wieder-

ausbreiten und das Zusammenballen des Protoplasma zeigt. — Eine noch höhere Temperatur tödtet die Blätter und coagulirt den eiweiszhaltigen Inhalt der Drüsen . . . . . S. 58

### Fünftes Capitel.

**Die Wirkungen nicht-stickstoffhaltiger und stickstoffhaltiger organischer Flüssigkeiten auf die Blätter.**

Nicht-stickstoffhaltige Flüssigkeiten. — Lösungen von arabischem Gummi. — Zucker. — Stärke — Verdünnter Alkohol. — Oliven-Oel. — Aufgusz und Abkochung von Thee. — Stickstoffhaltige Flüssigkeiten. — Milch. — Harn. — Flüssiges Eiweisz. — Aufgusz von rohem Fleisch. — Unreiner Schleim. — Speichel. — Lösung von Hausenblase. — Verschiedenheit in der Wirkung dieser beiden Gruppen von Flüssigkeiten. — Abkochung von grünen Erbsen. — Abkochung und Aufgusz von grünem Kohl. — Abkochung von Grasblättern . . . S. 67

### Sechstes Capitel.

**Die Verdauungskraft des Secrets der Drosera.**

Die Absonderung wird durch directe oder indirecte Reizung der Drüsen sauer. — Natur der Säure. — Verdauliche Substanzen. — Eiweisz, seine Verdauung durch Alkalien unterbrochen, durch Zusatz einer Säure wiederbegonnen. — Fleisch. — Fibrin. — Syntonin. — Zellgewebe. — Knorpel. — Faserknorpel. — Knochen. — Schmelz und Zahnbein. — Phosphorsaurer Kalk. — Fibröse Grundlage des Knochens. — Gallerte. — Chondrin. — Milch, Casein und Käse. — Leim. — Legumin. — Pollen. — Globulin. — Haematin. — Unverdauliche Substanzen. — Epidermoide Bildungen. — Fibroelastisches Gewebe. — Mucin. — Pepsin. — Harnstoff. — Chitin. — Cellulose. — Schieszbaumwolle. — Chlorophyll. — Fett und Oel. — Stärke. — Wirkung des Secrets auf lebende Samen. — Zusammenfassung und Schlussbemerkungen . . . . . S. 76

### Siebentes Capitel.

**Die Wirkungen von Ammoniaksalzen.**

Art die Versuche auszuführen. — Wirkung destillirten Wassers im Vergleich mit den Lösungen. — Kohlensaures Ammoniak, von den Wurzeln absorbirt. — Der Dampf von den Drüsen absorbirt. — Tropfen auf den Blattscheiben. — Minutiöse Tröpfchen auf einzelne Drüsen gebracht. — Blätter in schwache Lösungen eingetaucht. — Auszerordentliche Kleinheit der Dosen, welche Aggregation des Protoplasma herbeiführen. — Salpetersaures Ammoniak, analoge Versuche damit. — Phosphorsaures Ammoniak, analoge Versuche. — Andre Ammoniaksalze. — Zusammenfassung und Schlussbemerkungen über die Wirkung der Ammoniaksalze . . . . . S. 120

### Achtes Capitel.

**Die Wirkungen verschiedener Salze und Säuren auf die Blätter.**

Natron-, Kali- und andere alkalische, erdige und metallische Salze. — Zusammenfassung über die Wirkung dieser Salze. — Verschiedene Säuren. — Zusammenfassung über ihre Wirkungen . . . . . S. 156

### Neuntes Capitel.

**Die Wirkungen gewisser alkoholoider Gifte, andrer Substanzen und Dämpfe.**

Strychninsalze. — Schwefelsaures Chinin unterbricht nicht bald die Bewegung des Protoplasma. — Andere Chininsalze. — Digitalin. — Nicotin. — Atropin. — Veratrin. — Colchicin. — Thein. — Curare. — Morphinum. — Hyoscyamus.

— Das Gift der Cobra beschleunigt dem Anscheine nach die Bewegungen des Protoplasma. — Campher, ein kräftiges Reizmittel, seine Dämpfe narcotisch. — Gewisse ätherische Oele erregen Bewegung. — Glycerin. — Wasser und gewisse Lösungen verzögern oder verhindern die spätere Wirkung des phosphorsauren Ammoniaks. — Alkohol unschädlich, sein Dampf narcotisch und giftig. — Chloroform, Schwefel- und Salpeter-Äther, ihre reizenden, giftigen und narcotischen Eigenschaften. — Kohlensäure narcotisch, nicht schnell giftig. — Schlussbemerkungen . . . . . S. 179

### Zehntes Capitel.

Über die Empfindlichkeit der Blätter und über die Übermittlungsbahnen des motorischen Impulses.

Die Drüsen und Spitzen der Tentakeln allein empfindlich. — Übermittlung des motorischen Impulses die Stiele der Tentakeln hinab und quer durch die Blattscheibe. — Zusammenballung des Protoplasma eine Reflexthätigkeit. — Erste Entladung des motorischen Impulses plötzlich. — Richtung der Bewegungen der Tentakeln. — Motorischer Impuls durch das Zellengewebe übermittelt. — Mechanismus der Bewegungen. — Natur des motorischen Impulses. — Wiederausbreitung der Tentakeln . . . . . S. 208

### Elftes Capitel.

Recapitulation der hauptsächlichsten Beobachtungen an *Drosera rotundifolia* . . . . . S. 238

### Zwölftes Capitel.

Über den Bau und die Bewegungen einiger anderen Arten von *Drosera*.

*Drosera anglica*. — *Drosera intermedia*. — *Drosera capensis*. — *Drosera spathulata*. — *Drosera filiformis*. — *Drosera binata*. — Schlussbemerkungen S. 252

### Dreizehntes Capitel.

*Dionaea muscipula*.

Structur der Blätter. — Empfindlichkeit der Filamente. — Rapide Bewegung der Lappen, durch Reizung der Filamente verursacht. — Drüsen, ihr Absonderungsvermögen. — Langsame Bewegung durch Absorption animaler Substanz verursacht. — Beweis der Aufsaugung in dem zusammengeballten Zustand der Drüsen. — Verdauende Kraft des Secrets. — Wirkung von Chloroform, Äther und Blausäure. — Die Art und Weise, wie Insecten gefangen werden. — Nutzen der randständigen Spitzen. — Arten der Insecten, die gefangen werden. — Die Übermittlung des motorischen Impulses und der Mechanismus der Bewegungen. — Wiederausbreitung der Lappen . . . . . S. 259

### Vierzehntes Capitel.

*Aldrovanda vesiculosa*.

Fängt Krustenthier. — Structur der Blätter im Vergleich mit denen der *Dionaea*. — Aufsaugung der Drüsen, der viertheiligen Fortsätze und der Spitzen an den nach innen gefalteten Rändern. — *Aldrovanda vesiculosa*, var. *australis* — Fängt sich Beute. — Aufsaugung thierischer Substanz. — *Aldrovanda vesiculosa*, var. *verticillata*. — Schlussbemerkungen . . . . . S. 290

## Fünfzehntes Capitel.

*Drosophyllum*. — *Roridula*. — *Byblis*. — Drüsige Haare anderer Pflanzen. — Schlussbemerkungen über die Droseraceen.

*Drosophyllum*. — Structur der Blätter. — Natur des Secrets. — Art und Weise, Insecten zu fangen. — Vermögen der Absorption. — Verdauung animaler Substanzen. — Zusammenfassung über *Drosophyllum*. — *Roridula*. — *Byblis*. — Drüsige Haare anderer Pflanzen, ihr Absorptionsvermögen. — *Saxifraga*. — *Primula*. — *Pelargonium*. — *Erica*. — *Mirabilis*. — *Nicotiana*. — Zusammenfassung über drüsige Haare. — Schlussbemerkungen über die Droseraceen . . . . . S. 300

## Sechszehntes Capitel.

## Pinguicula.

*Pinguicula vulgaris*. — Bau der Blätter. — Grosze Zahl der gefangenen Insecten und anderer Gegenstände. — Bewegung der Blattränder. — Nutzen dieser Bewegung. — Absonderung, Verdauung und Aufsaugung. — Wirkung des Secrets auf verschiedene animale und vegetabilische Substanzen. — Die Wirkungen von Substanzen, welche keine löslichen stickstoffhaltigen Substanzen enthalten, auf die Drüsen. — *Pinguicula grandiflora*. — *Pinguicula lusitanica*, fängt Insecten. — Bewegung der Blätter, Absonderung und Verdauung S. 332

## Siebenzehntes Capitel.

## Utricularia.

*Utricularia neglecta*. — Structur der Blase. — Der Gebrauch der verschiedenen Theile. — Anzahl der gefangenen Thiere. — Art und Weise des Fanges. — Die Blasen können animale Substanz nicht verdauen, aber absorbiren die Producte ihres Zerfalls. — Versuche über die Aufsaugung gewisser Flüssigkeiten durch die viertheiligen Fortsätze. — Aufsaugung durch die Drüsen. — Zusammenfassung der Beobachtungen über Aufsaugung. — Entwicklung der Blasen. — *Utricularia vulgaris*. — *Utricularia minor*. — *Utricularia clandestina* . . . . . S. 357

## Achtzehntes Capitel.

## Utricularia (Fortsetzung).

*Utricularia montana*. — Beschreibung der Blasen an den unterirdischen Wurzelstöcken. — Beute, welche die Blasen bei Pflanzen im Culturzustande und im Naturzustande fangen. — Absorption durch die viertheiligen Fortsätze und durch die Drüsen. — Knollen, welche als Wasserbehälter dienen. — Verschiedene andere Arten von *Utricularia*. — *Polypompholyx*. — *Genlisea*: verschiedene Natur der Falle zum Fangen von Beute. — Verschiedenartige Methode, nach welcher Pflanzen ernährt werden . . . . . S. 388

Ein „Minim“, das kleinste Flüssigkeitsmasz der englischen Apothekermasze, ist  $\frac{1}{80}$  Mász-Drachme, entspricht also etwa 1 Gran (0,91 Gran Wasser, Brit. Pharmacopaea, 1867, p. 402), dem Gewicht nach, oder einem „Tropfen“. Da jedoch Verf. halbe Minims, halbe-Minim-grosze und selbst  $\frac{1}{20}$  Minim-grosze Tropfen erwähnt, schien es am sichersten, den Ausdruck einfach beizubehalten. Der Uebersetzer.

... und die nächsten 10 Seiten ...  
... and the next 10 pages ...

geschlagen, welches bei allen nach der Mitte gebracht worden war, während die senkrechten und subverticalen Tentakeln an den andern Blättern, denen kein Fleisch gegeben worden war, sich vollständig wieder ausgebreitet hatten. Indesz, nach der späteren Wirkung einer schwachen Lösung von kohlen saurem Ammoniak auf eines dieser letztern Blätter zu urtheilen, hatte es in 22 Stunden seine Reizbarkeit und sein Bewegungsvermögen nicht vollständig wieder erlangt; ein anderes Blatt aber war nach Verlauf weiterer 24 Stunden vollkommen wieder hergestellt, nach der Art und Weise, wie es eine auf seine Scheibe gesetzte Fliege umfaszte, zu urtheilen.

Ich will nur noch ein einziges anderes Experiment anführen. Nachdem eine Pflanze 2 Stunden lang dem Gase ausgesetzt worden war, wurde eines ihrer Blätter in eine ziemlich starke Lösung von kohlen saurem Ammoniak eingetaucht, und zwar zusammen mit einem frischen Blatt von einer andern Pflanze. An dem letzteren waren innerhalb 30 Minuten die meisten Tentakeln stark eingebogen; während das Blatt, welches der Kohlensäure ausgesetzt gewesen war, 24 Stunden in der Lösung blieb, ohne dasz irgend welche Einbiegung eintrat, mit Ausnahme zweier Tentakeln. Dies Blatt war beinahe vollständig gelähmt worden, und war nicht im Stande, seine Reizbarkeit wieder zu erlangen, so lange es noch in der Lösung war, welche, da sie mit destillirtem Wasser dargestellt worden war, wahrscheinlich wenig Sauerstoff enthielt.

Schlussbemerkungen über die Wirkungen der vorstehend aufgeführten Agentien. — Da die Drüsen, wenn sie gereizt werden, einen Einflusz gewisser Art den umgebenden Tentakeln übermitteln, welche diese sich zu biegen veranlassen, und die Drüsen dazu anregen, eine vermehrte Menge eines modificirten Secrets zu ergieszen, so lag mir daran, zu ermitteln, ob die Blätter irgend ein Element von der Beschaffenheit des Nervengewebes enthielten, welches, wenn auch nicht ununterbrochen zusammenhängend, doch als Leitungscanal diene. Dies führte mich darauf, die verschiedenen Alkoloide und andere Substanzen zu versuchen, von denen bekannt ist, dasz sie eine kräftige Wirkung auf das Nervensystem von Thieren äuszern. Anfangs wurde ich in meinen Versuchen dadurch ermuthigt, dasz ich fand, Strychnin, Digitalin und Nicotin, welche alle auf das Nervensystem wirken, waren für die *Drosera* giftig und bewirkten einen gewissen Grad von Einbiegung. Ferner verursachte Blausäure, welche für Thiere ein so tödtliches Gift ist, rapide Bewegung der Tentakeln. Da aber mehrere unschädliche Säuren selbst in groszer Verdünnung, so Benzoësäure, Essigsäure u. s. w., ebenso wie einige ätherische Öle für die *Drosera* äusserst giftig sind und schnell starke Einbiegung verursachen, so scheint es wahrscheinlich, dasz Strychnin, Nicotin,

Digitalin und Blausäure Einbiegung durch Einwirkung auf Elemente verursachen, welche in keiner Weise den Nervenzellen der Thiere analog sind. Wenn Elemente dieser letzteren Natur in den Blättern vorhanden gewesen wären, so hätte man erwarten können, dass Morphinum, Hyoscyamus, Atropin, Veratrin, Colchicin, Curare und verdünnter Alkohol eine irgendwie ausgesprochene Wirkung hervorgebracht haben würden, während diese Substanzen nicht giftig sind und das Vermögen, Einbiegung zu verursachen, gar nicht oder nur in einem sehr unbedeutenden Grade besitzen. Es ist indes zu beachten, dass Curare, Colchicin und Veratrin Muskelgifte sind, d. h. dass sie auf Nerven wirken, welche in irgend einer speciellen Beziehung zu Muskeln stehn, so dass man daher nicht erwarten konnte, dass sie auf *Drosera* wirkten. Das Gift der Brillenschlange ist für Thiere äusserst tödtlich, dadurch dass es die Nervencentren lähmt<sup>7</sup>, für *Drosera* ist es aber nicht im mindesten tödtlich, wenngleich es schnell starke Einbiegung verursacht.

Trotz der vorstehend mitgetheilten Thatsachen, welche zeigen, wie weit von einander verschieden die Wirkung gewisser Substanzen auf die Gesundheit oder das Leben von Thieren und von *Drosera* ist, so besteht doch ein gewisser Grad von Parallelismus in der Wirkung gewisser anderer Substanzen. Wir haben gesehen, dass dies in einer auffallenden Weise für die Natron- und Kali-Salze gilt. Ferner sind verschiedene metallische Salze und Säuren, nämlich die von Silber, Quecksilber, Gold, Zinn, Arsenik, Chrom, Kupfer und Platin, von denen die meisten oder alle für Thiere in hohem Grade giftig sind, in gleicher Weise auch für *Drosera* giftig. Es ist aber eine eigenthümliche Thatsache, dass das Chlorblei und zwei Barytsalze für diese Pflanze nicht giftig sind. Es ist eine in gleicher Weise befremdende Thatsache, dass, obgleich Essig- und Propionsäure in hohem Grade giftig sind, die ihnen verwandte Ameisensäure dies nicht ist, und dass, während gewisse vegetabilische Säuren, nämlich Oxalsäure, Benzoësäure u. s. w. in einem hohen Grade giftig sind, Gallus-, Tannin-, Weinstein- und Äpfelsäure (alle in einem gleichen Grade verdünnt) dies nicht sind. Äpfelsäure veranlaszt Einbiegung, während die drei andern oben genannten Pflanzensäuren dies Vermögen nicht besitzen. Es würde aber eine vollständige Pharmacopöe erfordern,

---

<sup>7</sup> Dr. Fayerer, The Thanatophidia of India, 1871. p. 4.

die verschiedenartigen Wirkungen verschiedener Substanzen auf *Drosera* zu beschreiben<sup>8</sup>.

Von den Alkaloiden und deren Salzen, welche versucht wurden, hatten mehrere nicht die geringste Kraft, Einbiegung zu verursachen; andere, welche sicherlich absorbirt wurden, wie aus der veränderten Farbe der Drüsen hervorgieng, hatten nur eine sehr mäßige Fähigkeit dieser Art; andere wiederum, wie das essigsäure Chinin und Digitalin, verursachten starke Einbiegung.

Die verschiedenen in diesem Capitel erwähnten Substanzen haben auf die Färbung der Drüsen einen sehr verschiedenen Einfluß. Dieselben werden häufig zuerst dunkel und dann sehr blasz oder weisz, wie es in auffallender Weise mit den Drüsen der Fall war, welche dem Gifte der Cobra und dem citronensauren Strychnin ausgesetzt worden waren. In andern Fällen werden sie von Anfang an weisz gemacht, wie es bei Blättern der Fall ist, die in heiszes Wasser und verschiedene Säuren getaucht werden; ich vermuthe, dasz dies das Resultat der Gerinnung des Eiweisses ist. An einem und demselben Blatte wurden einige Drüsen weisz und andere dunkel gefärbt, wie es bei Blättern vorkam, die in einer Lösung von schwefelsaurem Chinin und in Alkoholdämpfen lagen. Länger anhaltendes Eintauchen in Nicotin, Curare und selbst Wasser schwärzt die Drüsen; und dies ist, wie ich glaube, eine Folge der Zusammenballung des Protoplasma in ihren Zellen. Doch verursachte Curare nur sehr wenig Zusammenballung in den Zellen der Tentakeln, während Nicotin und schwefelsaures Chinin eine stark ausgeprägte Zusammenballung hinab bis zur Basis der Tentakeln bewirkte. Die zusammengeballten Massen in Blättern, welche 3 Stunden 15 Minuten lang in einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Chinin eingetaucht gewesen waren, boten unaufhörliche Formveränderungen dar, waren aber nach 24 Stunden bewegungslos, wo das Blatt schlaff und allem Anscheine nach todt

<sup>8</sup> Wenn man erwägt, dasz Essigsäure, Blausäure und Chromsäure, essigsäures Strychnin und Ätherdämpfe der *Drosera* giftig sind, so ist es merkwürdig, dasz Dr. Ransom (Philosoph. Transact. 1867, p. 480.), welcher viel stärkere Lösungen dieser Substanzen benutzte als ich, angibt, „dasz die rhythmische Contractilität des „Dotters (der Hechteier) nicht wesentlich von irgend einem der angewandten Gifte „beeinflusst wird, welches nicht, mit Ausnahme des Chloroforms und der Kohlen- „säure, chemisch wirkte.“ Ich finde bei mehreren Schriftstellern die Angabe, dasz Curare keinen Einfluß auf Sarcodien oder Protoplasma hat, und wir haben gesehen, dasz Curare zwar einen gewissen Grad von Einbiegung verursacht, aber sehr wenig Zusammenballung des Protoplasma bewirkt.

war. Andererseits waren bei Blättern, welche 48 Stunden lang einer starken Auflösung des Giftes der Brillenschlange ausgesetzt gewesen waren, die protoplasmatischen Massen ungewöhnlich lebendig, während bei höheren Thieren die Flimmerhaare und die weissen Blutkörperchen von dieser Substanz schnell gelähmt zu werden scheinen.

Bei den Salzen der Alkalien und Erden bestimmt die Natur der Basis und nicht die der Säure ihre physiologische Wirkung auf *Drosera*, wie es gleichfalls bei Thieren der Fall ist; diese Regel ist aber kaum auf die Chinin- und Strychnin-Salze anwendbar; denn das essigsaure Chinin verursacht viel mehr Einbiegung als das schwefelsaure, und beide sind giftig, während das salpetersaure Chinin nicht giftig ist und Einbiegung in einem viel langsamern Tempo veranlaszt als das essigsaure. Die Wirkung des citronensauren Strychnins ist gleichfalls von der des schwefelsauren etwas verschieden.

Auf Blätter, welche 24 Stunden lang in Wasser oder nur 20 Minuten lang in verdünnten Alkohol oder in eine schwache Zuckerlösung eingetaucht gewesen waren, wirkt später das phosphorsaure Ammoniak sehr langsam ein oder gar nicht, obschon das kohlen-saure Ammoniak schnell auf dieselben wirkt. Ein 20 Minuten langes Eintauchen in eine Lösung von arabischem Gummi hat keinen derartigen verzögernden Einfluss. Die Lösungen gewisser Salze und Säuren afficiren die Blätter, in Bezug auf die spätere Einwirkung des phosphorsauren Ammoniaks, genau so wie Wasser, während andere das Phosphat nachher schnell und energisch wirken lassen. In diesem letztern Falle könnten die Zwischenräume in den Zellwandungen durch Moleculc der zuerst in Lösung angewandten Salze verstopft sein, so dass das Wasser später nicht eindringen könnte, trotzdem die Moleculc des Phosphates und noch leichter die des kohlen-sauren Salzes es thun könnten.

Die Wirkung von in Wasser aufgelöstem Campher ist merkwürdig, denn er veranlaszt nicht blosz bald Einbiegung, sondern macht auch allem Anscheine nach die Drüsen äusserst empfindlich für mechanische Reizung; denn wenn sie nach einem Eintauchen in die Lösung für kurze Zeit mit einem weichen Pinsel bestrichen werden, so fangen die Tentakeln in ungefähr zwei Minuten an sich zu biegen. Es könnte indessen sein, dass das Bepinseln, obschon an und für sich kein hinreichender Reiz, doch eine Bewegung dadurch zu erregen

strebt, dasz es die directe Wirkung des Camphers verstärkt. Campherdämpfe wirken andererseits narcotisch.

Einige ätherische Öle verursachen sowohl in Auflösung als auch in Dampfform rapide Einbiegung, andere haben dies Vermögen nicht; diejenigen, welche ich versuchte, waren sämmtlich giftig.

Verdünnter Alkohol (ein Theil auf sieben Theile Wasser) ist nicht giftig, bewirkt keine Einbiegung und vermehrt auch nicht die Empfindlichkeit der Blätter für mechanische Reizung. Der Dampf wirkt als Narcoticum oder anaesthetisch, und ein langes Aussetzen tödtet die Blätter.

Die Dämpfe von Chloroform, Schwefel- und Salpeter-Äther wirken in einer eigenthümlich schwankenden Weise auf verschiedene Blätter und selbst auf die verschiedenen Tentakeln an einem und demselben Blatte. Dies ist, wie ich vermthe, Folge von Verschiedenheiten des Alters oder der Constitution der Blätter, und auch des Umstandes, ob gewisse Tentakeln vor Kurzem thätig gewesen sind. Dasz diese Dämpfe von den Drüsen absorbirt werden, beweist ihre Farbenveränderung, da aber auch andere, nicht mit Drüsen versehene Pflanzen von diesen Dämpfen afficirt werden, so ist es wahrscheinlich, dasz sie auch von den Spaltöffnungen der *Drosera* absorbirt werden. Zuweilen regen sie auszerordentlich rapide Einbiegung an, doch ist dies kein ausnahmsloses Resultat. Läszt man sie selbst eine mäszig lange Zeit einwirken, so tödten sie die Blätter, während eine nur eine kurze Zeit lang einwirkende kleine Dosis als narcotisches oder anaesthetisches Mittel wirkt. In diesem Falle werden die Tentakeln, mögen sie nun eingebogen worden sein oder nicht, durch auf die Drüsen gelegte Stückchen Fleisch nicht eher zu weiterer Bewegung angeregt, als bis nach Ablauf beträchtlicher Zeit. Man nimmt allgemein an, dasz diese Dämpfe bei Thieren und Pflanzen dadurch wirken, dasz sie die Oxydation unterbrechen.

Wurden die Blätter 2 Stunden lang, in einem Falle nur 45 Minuten lang der Kohlensäure ausgesetzt, so wurden dadurch die Drüsen gleichfalls für eine Zeitlang gegen den mächtigen Reiz rohen Fleisches unempfindlich gemacht. Wurden indesz die Blätter 24 oder 48 Stunden in der Luft gelassen, so erhielten sie ihre volle Thätigkeit wieder und schienen nicht im mindesten beschädigt zu sein. Wir haben im dritten Capitel gesehen, dasz der Procesz des Zusammenballens bei Blättern, welche 2 Stunden lang diesem Gase

ausgesetzt und dann in eine Lösung von kohlensaurem Ammoniak gelegt wurden, sehr verzögert wird, so dass eine beträchtliche Zeit vergeht, ehe das Protoplasma in den untern Zellen der Tentakeln zusammengeballt wird. In einigen Fällen bewegten sich, bald nachdem die Blätter aus dem Gas entfernt und in die Luft gebracht worden waren, die Tentakeln von selbst, wie ich vermüthe in Folge der durch den Zutritt des Sauerstoffs bewirkten Reizung. Indessen konnten diese eingebogenen Tentakeln einige Zeit lang nachher durch Reizung ihrer Drüsen zu keiner weiteren Bewegung angeregt werden. Von andern reizbaren Pflanzen ist es bekannt<sup>9</sup>, dass der Ausschluss von Sauerstoff ihre Bewegung verhindert und die Bewegungen des Protoplasma innerhalb ihrer Zellen aufhält; doch ist dieses Aufhalten eine von der eben erwähnten Verlangsamung des Processes der Zusammenballung verschiedene Erscheinung. Ob diese letztere Thatsache der directen Einwirkung der Kohlensäure oder dem Ausschlusse des Sauerstoffs zuzuschreiben ist, weisz ich nicht.

<sup>9</sup> Sachs, Lehrbuch der Botanik, 4. Aufl., 1874, p. 693.

## Zehntes Capitel.

### Über die Empfindlichkeit der Blätter und über die Übermittlungsbahnen des motorischen Impulses.

Die Drüsen und Spitzen der Tentakeln allein empfindlich. — Übermittlung des motorischen Impulses die Stiele der Tentakeln hinab und quer durch die Blattscheibe. — Zusammenballung des Protoplasma eine Reflexthätigkeit. — Erste Entladung des motorischen Impulses plötzlich. — Richtung der Bewegungen der Tentakeln. — Motorischer Impuls durch das Zellengewebe übermittelt. — Mechanismus der Bewegungen. — Natur des motorischen Impulses. — Wiederausbreitung der Tentakeln.

Wir haben in den vorausgehenden Capiteln gesehen, dasz viele weit von einander verschiedene Reizmittel, mechanische wie chemische, die Bewegung der Tentakeln anregen, ebenso wie die der Blattscheibe; und wir müssen nun zuerst betrachten, welches die Punkte sind, welche reizbar oder empfindlich sind, und zweitens, wie der motorische Impuls von einem Punkte auf den andern übermittelt wird. Die Drüsen sind beinahe ausschliesslich der Sitz der Reizbarkeit, und doch musz sich diese Reizbarkeit eine sehr kurze Strecke weit unterhalb derselben erstrecken; denn wenn sie mit einer scharfen Scheere abgeschnitten wurden, ohne selbst berührt zu werden, so wurden die Tentakeln häufig eingebogen. Diese kopflosen Tentakeln breiteten sich häufig wieder aus; und wenn später Tropfen der beiden stärksten bekannten Reizmittel auf die Schnittenden gebracht wurden, so wurde keine Wirkung hervorgebracht. Nichtsdestoweniger sind diese kopflosen Tentakeln einer späteren Einbiegung fähig, wenn sie durch einen ihnen von der Scheibe zugesandten Impuls gereizt werden. Es gelang mir bei verschiedenen Gelegenheiten, Drüsen zwischen feinen Pincetten zu zerquetschen; dies erregte aber durchaus keine Bewegung, ebenso wenig thaten es rohes Fleisch und Ammoniaksalze, wenn sie auf solche zerquetschte Drüsen gebracht wurden. Es ist wohl wahrscheinlich, dasz sie so augenblicklich getödtet wurden, dasz sie

nicht mehr im Stande waren, irgend einen motorischen Impuls weiter zu senden; denn in sechs beobachteten Fällen (in zweien derselben wurde indessen die Drüse ganz weggeknippen) wurde das Protoplasma innerhalb der Zellen der Tentakeln nicht zusammengeballt, während in einigen angrenzenden Tentakeln, welche in Folge davon, dass sie mit der Pincette roh berührt worden waren, eingebogen wurden, das Protoplasma gut zusammengeballt wurde. In gleicher Weise wird das Protoplasma nicht zusammengeballt, wenn ein Blatt durch Eintauchen in kochendes Wasser augenblicklich getödtet wird. Auf der andern Seite trat doch ein deutlicher, wenn auch mäsiger, Grad von Zusammenballung in mehreren Fällen ein, in denen die Tentakeln, nachdem ihre Drüsen mit einer scharfen Scheere abgeschnitten worden war, eingebogen wurden.

Die Stiele der Tentakeln wurden heftig und wiederholt gerieben; rohes Fleisch oder andere reizende Substanzen wurden sowohl auf die obere Fläche in der Nähe der Basis als auch an andern Stellen auf sie gelegt; es erfolgte aber keine deutliche Bewegung. Einige Stückchen Fleisch wurden, nachdem sie eine beträchtliche Zeit lang auf den Stielen gelassen worden waren, nach oben geschoben, so dass sie die Drüsen eben berührten; und in einer Minute fiengen die Tentakeln sich zu biegen an. Ich glaube, dass die Blattscheibe nicht empfindlich für irgend welches Reizmittel ist. Ich stiesz die Spitze einer Lancette durch die Scheiben mehrerer Blätter und eine Nadel drei oder vier mal durch neunzehn Blätter; im erstern Falle erfolgte keine Bewegung; aber ungefähr bei einem Dutzend Blätter, welche wiederholt gestochen worden waren, wurden einige wenige Tentakeln unregelmässig eingebogen. Da indes während der Operation ihre Rückseiten unterstützt werden mussten, so können vielleicht einige der äusseren Drüsen ebenso wie diejenigen auf der Scheibe berührt worden sein; und dies genügte vielleicht, den unbedeutenden Grad von Bewegung, welcher beobachtet wurde, zu verursachen. NITSCHKE<sup>1</sup> sagt, dass Schneiden und Stechen des Blattes keine Bewegung erregt. Der Blattstiel ist vollständig unempfindlich.

Die Rückseite der Blätter trägt zahlreiche äusserst kleine Papillen, welche nicht absondern, aber die Fähigkeit der Aufsaugung besitzen. Diese Papillen sind, wie ich glaube, Rudimente früher hier existirt

<sup>1</sup> Botanische Zeitung, 1860, p. 234.

DARWIN, Insectenfressende Pflanzen. (VIII.)

habender Tentakeln, zusammen mit ihren Drüsen. Viele Experimente wurden angestellt, um zu ermitteln ob die Rückseite der Blätter in irgend welcher Weise gereizt werden könne; es wurden sieben und dreiszig Blätter dabei versucht. Einige wurden lange Zeit hindurch mit einer stumpfen Nadel gerieben; auf andere wurden Tropfen von Milch und andern reizenden Flüssigkeiten, rohes Fleisch, zerdrückte Fliegen und verschiedene andere Substanzen gebracht. Diese Substanzen wurden gern bald trocken, zum Beweise, dasz keine Absonderung angeregt worden war. Ich feuchtete sie daher mit Speichel, mit Ammoniaklösungen, schwacher Salzsäure und häufig mit dem Secrete aus den Drüsen anderer Blätter an. Ich hielt auch einige Blätter, auf deren Rückseite reizende Gegenstände gebracht worden waren, unter einer feuchten Glasglocke; aber bei aller meiner Sorgfalt sah ich doch niemals irgend eine wahre Bewegung. Ich wurde dadurch dazu geführt, so viele Versuche zu machen, weil, im Gegensatz zu meinen früheren Erfahrungen, NITSCHKE angibt<sup>2</sup>, dasz er, nachdem er Gegenstände mit Hülfe der klebrigen Absonderung an der Rückseite der Blätter befestigt habe, wiederholt die Tentakeln (und in einem Falle sogar die Blattscheibe) zurückgebogen gesehen habe. Wenn diese Bewegung eine wirkliche gewesen ist, würde sie eine äusserst anomale sein; denn sie setzt voraus, dasz die Tentakeln einen motorischen Impuls von einer unnatürlichen Quelle her erhalten und das Vermögen haben, sich in einer Richtung zu biegen, welche zu der ihnen sonst gewohnten genau die umgekehrte ist; dies Vermögen wäre übrigens für die Pflanze auch nicht von dem mindesten Nutzen, da Insecten nicht an der glatten Rückseite der Blätter kleben bleiben können.

Ich habe gesagt, dasz in den oben erwähnten Fällen keine Wirkung hervorgebracht worden sei; dies ist aber nicht ganz streng richtig; denn in drei Fällen wurden zu den Stückchen rohen Fleisches auf der Rückseite der Blätter, um sie eine Zeit lang feucht zu erhalten, ein wenig Syrup hinzugefügt; und nach 36 Stunden war eine Spur von Zurückbiegen in den Tentakeln eines Blattes und sicher auch in der Scheibe eines andern vorhanden. Nach zwölf weiteren Stunden fiengen die Drüsen an zu trocknen, und alle drei Blätter schienen bedeutend verletzt zu sein. Es wurden dann vier Blätter

<sup>2</sup> Botanische Zeitung, 1860, p. 437.

unter eine Glasglocke gebracht, die Stiele in Wasser, und auf der Rückseite Tropfen von Zuckerlösung, aber ohne irgend welches Fleisch. Bei zweien dieser Blätter waren nach Verlauf eines Tages einige wenige Tentakeln rückwärts gebogen. Die Tropfen hatten nun beträchtlich an Grösze zugenommen, da sie Feuchtigkeit eingesaugt hatten, und zwar so, dasz sie die Rückseite der Tentakeln und Stiele hinab tröpfelten. Am zweiten Tage war bei einem Blatte die Scheibe bedeutend zurückgeschlagen: am dritten Tage waren die Tentakeln von zweien, ebenso wie die Scheiben aller vier, in einem bedeutenderen oder minderen Grade zurückgeschlagen. Die obere Seite des einen Blattes bot nun, anstatt wie zuerst unbedeutend concav zu sein, eine starke Convexität nach aufwärts dar. Selbst am fünften Tage schienen die Blätter nicht todt zu sein. Da nun Zucker die *Drosera* nicht im Mindesten reizt, so können wir das Zurückschlagen der Scheiben und Tentakeln der obigen Blätter getrost der Exosmose aus den Zellen, welche mit der Zuckerlösung in Berührung waren, und der in Folge derselben eintretenden Contraction derselben zuschreiben. Wenn Tropfen einer dicken Zuckerlösung auf die Blätter von Pflanzen gebracht werden, deren Wurzeln sich noch immer in feuchter Erde befinden, so erfolgt keine Einbiegung; denn ohne Zweifel pumpen die Wurzeln Wasser so geschwind hinauf, als es durch Exosmose verloren wird. Wenn aber abgeschnittene Blätter in Syrup oder irgend eine andere dicke Flüssigkeit eingetaucht werden, so werden die Tentakeln bedeutend, wenn schon unregelmässig, eingebogen, wobei einige die Form von Korkziehern annehmen; auch werden die Blätter bald welk. Wenn sie nun in eine Flüssigkeit von niedrigem specifischem Gewicht eingetaucht werden, so strecken sich die Tentakeln wieder aus. Aus diesen Thatsachen können wir schlieszen, dasz auf die Rückseite von Blättern gebrachte Tropfen dichter Zuckerlösung nicht dadurch wirken, dasz sie einen motorischen Impuls anregen, welcher den Tentakeln übermittelt wird, sondern dadurch, dasz sie durch Herbeiführung von Exosmose das Zurückschlagen verursachen. Dr. NITSCHKE benutzte das Secret dazu, Insecten an die Rückseite von Blättern zu kleben; und ich vermuthe, er brauchte eine grosze Quantität, welche, da sie dicht war, Exosmose verursachte. Vielleicht experimentirte er auch mit abgeschnittenen Blättern oder an Pflanzen, deren Wurzeln nicht genügend mit Wasser versehen wurden.

Soweit daher unsere gegenwärtige Kenntniss reicht, können wir