

Ueber fleischfressende Pflanzen und über die Ernährung durch Aufnahme organischer Stoffe überhaupt.

Von

Professor Dr. W. Pfeffer.

Kein anderer physiologischer Vorgang kann sich rühmen in kurzer Zeit ein so allgemeines Interesse erweckt zu haben, wie die fleischfressenden Pflanzen, seitdem durch Ch. Darwin die Aufmerksamkeit auf diese gelenkt wurde. Mit ganz vereinzelten Ausnahmen zeigen aber die bis in die neueste Zeit erschienenen Abhandlungen, daß die ernährungsphysiologische Seite dieses Themas unrichtig oder unzureichend aufgefaßt wurde, und eben deshalb habe ich mir zur Aufgabe gemacht hier darzulegen, wie in den fleischfressenden Pflanzen ein in prinzipieller Hinsicht durchaus nicht neuer, sondern vielmehr ein recht verbreiteter Modus der Stoffaufnahme in Pflanzen gegeben ist.

Um die Aufnahme organischer Stoffe, wie sie bei fleischfressenden Pflanzen geschieht, in Zusammenhang mit anderweitigen entsprechenden Ernährungsvorgängen bringen zu können, ist es geboten, auf diese Vorgänge selbst, so weit es sich dabei um Aufnahme organischer Stoffe handelt, einzugehen und dem entsprechend unsere Betrachtungen auszudehnen. Dahingegen dürfen wir uns hinsichtlich der besonderen Einrichtungen zum Fangen der Insekten auf das zum Verständniß unmittelbar notwendige beschränken, und wo Bewegungsvorgänge ins Spiel kommen, haben wir diese nur ihrer habituellen Erscheinung nach ins Auge zu fassen, ohne Rücksicht auf die mechanischen Ursachen zu nehmen.

Es ist ja ganz selbstverständlich, daß die Stoffaufnahme als solche ein von dem Einfangen der Insekten unabhängiger Akt ist und wenn es bei den meisten Pflanzen zum Zwecke der Stoffaufnahme keiner besonderen Fangvorrichtungen bedarf, so sind auch keineswegs alle Fangvorrichtungen an der Pflanze dazu bestimmt Insekten festzuhalten, um Nährstoffe aus diesen in den vegetabilischen Organismus führen zu können. Man denke nur an die Insekten, welche an dem aus Nadelbäumen ausgeflossenen Harze kleben bleiben und hier auf ähnliche Weise festgehalten werden und ihren Tod finden wie die Insekten, welche an das klebrige Secret gerathen, daß Drüsenhaare bei *Drosera* aussondern, die zugleich einen verdauend wirkenden

Stoff nach Außen abgeben. Wie übrigens auch raffinirte Saugvorrichtungen Insekten verderblich werden können, ohne daß es auf Aufnahme von organischen Nährstoffen abgesehen ist, vermögen z. B. die Blüthen von *Aristolochia Clematidis* zu zeigen, in welchen Fliegen, welche befruchtenden Blüthenstaub nicht mitbrachten, gar oft ihr Grab finden. ¹⁾ Zum Ueberfluß sei denn auch noch bemerkt, daß Reizbewegung pflanzlicher Organe nur zum geringen Theil für Einfangen oder Verdauen von Insekten und animalischer Organismen überhaupt von Bedeutung ist, zum größeren Theil aber anderen Zwecken dient und bei der bekannten Sinnpflanze (*Mimosa pudica*) sogar dazu bestimmt sein dürfte Thiere abzuschrecken, welche dieser Pflanze schädlich werden können.

Wie auch immer Insekten oder andere Organismen gefangen werden, so viel ist gewiß, daß von den fleischfressenden Pflanzen secernirte Stoffe lösend auf gewisse Körper und speziell auf die eiweißartigen Stoffe in ähnlicher Weise wirken wie der Magenjaft der Thiere. Auch ist es vollkommen sicher, daß löslich gemachte (verdaute) Stoffe in die fleischfressenden Pflanzen aufgenommen werden, indeß hat — soweit es sich um höhere Pflanzen handelt — das Experiment noch darüber zu entscheiden, in wie weit diese Stoffaufnahme für diese Pflanzen wichtig oder vielleicht gar auf die Dauer nothwendig ist. Es sind dieses aber ganz analoge Fragen, wie sie noch für ziemlich zahlreiche grüne Pflanzen unbeantwortet vorliegen, hinsichtlich derer es zum guten Theil noch nicht einmal feststeht, ob sie überhaupt organische Stoffe normalerweise aufnehmen. Doch ist die Aufnahme organischer Stoffe für alle die Phanerogamen vollkommen gewiß, welche des Chlorophylls entbehren, und aus gleichem Grunde müssen sämtliche Pilze das gesammte organische Material als solches von Außen beziehen. Bekanntlich lebt ein Theil dieser Pflanzen — die sog. Saprophyten — von den zersetzten und in Zersetzung begriffenen Resten vegetabilischer und animalischer Organismen, während die ächten Parasiten auf oder in Pflanzen und Thieren leben und aus diesen ihre Nahrung ziehen. Zu diesen ächten Parasiten zählen sich aber auch solche, welche durchaus nur in Thieren zu leben vermögen, die, wie gewisse auf Raupen und Stubenfliegen lebende Pilze, den Tod des befallenen Organismus herbeiführen und gedeihen, indem sie Körperbestandtheile des lebendenden, resp. des getödteten Thieres aufzehren. Solche Pilze nähren sich also durchaus von animalischen Stoffen, und will man sie fleischfressende Pflanzen nennen, so kann dieses mit gleichem Rechte wie bei den höheren Pflanzen geschehen, indem auch die Pilze durch Secrete an sich unlösliche Stoffe in Lösung und aufnehmbare Form überführen. ²⁾

Es ist ja lange bekannt, daß sich Pilze durch die Häute von Pflanzen und Thieren einen Weg bahnen, nicht indem sie vermitteltst mechanischen Druckes sich

1) Näheres über diese für Fremdbestäubung eingerichtete Blüthe ist zu erfahren bei Sachs, Lehrbuch der Botanik. IV. Aufl. S. 884.

2) Besser würde man fleischverdauende Pflanzen jagen, da Vorgänge, welche man nach gewöhnlichem Sprachgebrauch als „Fressen“ bezeichnet nicht immer vorliegen, da indeß die Bezeichnung als fleischfressende oder insektenfressende Pflanzen üblich geworden ist, so will ich dieselbe auch hier gebrauchen.

hindurchpressen, sondern indem sie an der Contactstelle lösend auf die Haut wirken. Auf solche Weise gelangen z. B. die Sporidienkeime von Uredineen und vieler Arten des Genus *Peronospora* durch vegetabilische Häute in das Innere von Pflanzenzellen, während die Chitinhaut gewisser Raupen resp. der Stubenfliege von *Empusa radicans* und *Botrytis Bassiana*, resp. von *Empusa Muscae* durchwandert wird.¹⁾ Auch die Aufzehrung des Fettkörpers von Raupen durch die wuchernden Pilzfäden, sowie das Eindringen dieser in die Blutgefäße sind Vorgänge, welche nur durch lösende Wirkung seitens des Pilzes möglich sind. Löslichmachen durch ausgeschiedene Stoffe und Ueberführung in aufnehmbare Form, das ist es ja, was bei den höheren fleischfressenden Pflanzen, nach Analogie mit den Vorgängen im Magen des Thieres, als Verdauung bezeichnet wurde, und wenn wir diesen Sprachgebrauch adoptiren, so kommt demgemäß auch Pilzen eine verdauende Thätigkeit zu.

Bei den höheren fleischfressenden Pflanzen hat das Secret, soweit bekannt ist, nur die Eigenschaft wie säurehaltige Pepsinlösung zu wirken, also namentlich auch unlösliche eiweißartige Körper in lösliche Produkte umzuwandeln. Bei den Pilzen ist indeß, wie das Eindringen in Häute aus chemisch differenten Stoffen beweist, die lösende Wirkung mannigfacher, übrigens zum guten Theil wohl spezifisch verschieden. Doch geht die Fähigkeit Eiweißstoffe zu verdauen den vorhin erwähnten Arten aus dem Genus *Botrytis* und *Empusa* sicher nicht ab und ist vielleicht überhaupt eine bei Pilzen ganz verbreitete Eigenschaft. So wirken bekanntlich Bacterien sehr energisch auf Eiweiß ein, und ein Stückchen geronnenes Eiweiß, welches Fäden eines Schimmelpilzes²⁾ umschlungen hatten, zeigte an den Contactstellen mit den Pilzhypphen ganz ähnliche Erscheinungen von Auflösungen, wie gleichartige Eiweißstückchen, welche einige Zeit in dem Secret der Drüsenhaare von *Drosera* gelegen hatten.

Es ist übrigens zu bemerken, daß bei Pilzen eine lösende Wirkung sehr gewöhnlich nur bei innigem Contact ausgeübt wird, weil eine eigentliche Tropfenausscheidung unterbleibt und die Wirkung durch Körper vermittelt wird, welche in der die Zellohaut durchdringenden Flüssigkeit enthalten sind, in ganz analoger Weise, wie Wurzeln und Wurzelhaare vermöge der in der Imbibitionsflüssigkeit enthaltenen Säure auf Kalkplatten wirken. Indeß bedingt dieses keinen principiellen Unterschied gegenüber den höheren fleischfressenden Pflanzen, welche Flüssigkeit reichlich secretiren; denn Secret aus dem lebenden Zellinhalt, welchen die Zellohaut als Hülle umkleidet, wird auch jenes fermentartig wirkende Produkt des Stoffwechsels sein, das in der Zellohaut imbibirt bleibt. Uebrigens scheiden auch manche Pilzfäden unter gewissen Umständen Flüssigkeitstropfen aus, und es ist durchaus nicht gesagt, daß reichliche Absonderung von Flüssigkeit auch reichlichere Secretion der verdauend wirkenden Stoffe bedingt.

1) Näheres siehe bei de Vary Botanische Zeitung 1867 S. 21 u. 1869 S. 585, sowie Brefeld, Untersuchungen über die Entwicklung der *Empusa Muscae* und *Empusa radicans* 1871.

2) Die nähere Bestimmung dieser Schimmelpilzhypphen habe ich veräußt, doch glaube ich, daß *Mucor* und auch *Penicillium* darunter vertreten war.

Man muß sich nun in der That wundern, daß weder Darwin, noch andere nach ihm, an die längst bekannten, von animalischen Stoffen lebenden Pilze anknüpfen, um die reale Existenz fleischfressender Pflanzen gegen jeden Einwand sicher zu stellen und die absolute Nothwendigkeit animalischer Nahrung für konkrete Fälle zu demonstrieren. Solche Pilze sind ja auch überhaupt die einzigen bekannten Pflanzen, welche normalerweise ausschließlich von Fleischkost leben, während die fleischfressenden Phanerogamen unter allen Umständen nur einen geringen Theil aus animalischen Körpern ziehen, die größere Menge organischer Substanz aber aus Kohlenensäure und Wasser im Chlorophyllapparat bilden und aus dem Boden jedenfalls Aschenbestandtheile aufnehmen. Wenn nun auch diesen Pilzen Fangeinrichtungen, wie sie gewisse Phanerogamen besitzen, abgehen, so kommen ihnen doch nicht minder ihrer Ernährung dienliche Anpassungen zu, welche die Uebertragung des Pilzes und dessen Ausbreitung im befallenen Objekte begünstigen.

Wir wenden uns nun der speziellen Betrachtung einiger fleischfressender höherer Pflanzen zu, um über Verdauung und die damit zusammenhängenden Vorgänge Aufschluß zu erhalten.

Am instruktivsten sind in mannigfacher Hinsicht die Kannen- oder Becherpflanzen (das Genus *Nepenthes*), welche als zumeist strauchartige Pflanzen an sumpfigen Stellen in warmen Ländern wachsen. Für uns kommt in Betracht der von dem rankenartigen Blattstiel getragene, kannenförmige Theil des Blattes. Diese mit der Mündung aufwärts gerichtete Kanne trägt oben, wie es nebenstehende Figur zeigt, einen Deckel, welcher zu der Zeit, in welcher die Kanne zum Verdauen von Insekten befähigt ist, dauernd offen steht.



Fig. 9.

Matt mit Kanne von *Nepenthes gracilis*, verkleinert.

Unter günstigen Vegetationsbedingungen sammelt sich dann in der Kanne wässerige Flüssigkeit an, welche den Becher wohl selten mehr als bis zur halben Höhe, häufig aber in viel geringerem Grade ausfüllt. In dieser Flüssigkeit erlaufen die Thiere, welche so leicht nicht wieder herauskommen, weil in den meisten Fällen eine durch Wachsbildung geglättete Oberhaut die Innenseite der Bechermündung überzieht. Oben diese glatte Wachsschicht veranlaßt auch das Herabfallen der Thiere,

welche zufällig oder von dem am Becherrand und wohl auch auf der Innenseite des Deckels ausgeschiedenen Honigsaft angelockt an und in die Mündung der Ranne gerathen. Gewöhnlich sind es kleine Insekten, welche in den Bechern ihren Tod finden, in den bis 1½ Fuß langen Rannen einer auf Borneo einheimischen Nepenthes könnten aber wohl gelegentlich auch Vögel oder kleinere Vierfüßler zu Grunde gehen.

In dem durch Wachs nicht geglätteten und vom Wasser benehbaren Theil der Ranne finden sich zahlreich kleine Drüsenhaare, welchen entweder ausschließlich oder doch ganz wesentlich die Secretion der verdauend wirkenden Stoffe und wohl ebenso die Aufnahme des Gelösten anheimfällt. Die von *Group-Befanez* und *Will*¹⁾ angestellten Versuche haben gezeigt, daß bei *Nepenthes phyllamphora* und *N. gracilis* die Secretion einer Säure erst beginnt, wenn gewisse Körper, namentlich auch stickstoffhaltige Substanzen, in die im Becher angesammelte Flüssigkeit gerathen. Dagegen enthielt diese schon zuvor Eiweiß verdauendes Ferment — das wir kurzweg Pepsin nennen werden —, dessen Wirksamkeit aber erst mit Secretion und Säure beginnt, weil Pepsin in neutraler Lösung Eiweißstoffe nicht in sog. Peptone verwandelt.

Die allmähliche Auflösung von geronnenem Eiweiß, überhaupt eine gleiche lösende Wirkung auf Eiweißkörper und todtet Thierchen, wie sie mit Säure versetzte Pepsinlösung bewirkt, ist mit Leichtigkeit in der sauren Flüssigkeit aus *Nepenthes*-Rannen zu verfolgen, die in einem Reagenrohr ebensowohl, wie innerhalb des Bechers wirkt. Daß von dem löslich Gemachten aufgenommen wird, kann auch hier nicht fraglich sein, indeß ist dieses bei unserer Pflanze nicht so augenfällig wie bei *Drosera* und bei *Dionaea*, welche wir nunmehr betrachten wollen.



Fig. 10.

Fig. 11.

Blätter von *Drosera rotundifolia*, natürliche Größe.

Fig. 10. Mit ausgebreiteten Drüsenhaaren.

Fig. 11. Die Drüsenhaare sind durch Reizbewegung zusammengeneigt.

Der rundblättrige Sonnenthau (*Drosera rotundifolia*) ist eine bei uns in Mooren lebende Pflanze, deren Blätter eine Wurzelrosette bilden. Die Blätter sind am Rand und auf der Oberseite mit eigenthümlichen Drüsenhaaren besetzt, deren Größe vom Rande nach der Blattmitte zu abnimmt. Das aus vielen Zellen zusammengesetzte kopfförmige Ende des Haares ist fortwährend mit sehr klebrigem Secrete überzogen, an dem kleine Insekten kleben bleiben und ihren Tod finden, indem sie sich während der Bemühungen sich zu befreien derartig mit dem Secrete beschmieren, daß ihre Tracheen verstopft werden.

1) Berichte der chemischen Gesellschaft 1876, S. 673.

Wie durch jeden beliebigen Körper beginnt dann auch in Folge der Berührung mit den Insekten die nur ganz allmählig fortschreitende und unter Umständen sogar erst nach vielen Stunden vollendete Reizbewegung, welche von dem unmittelbar gereizten Haare aus auf die anderen sich fortpflanzt und endlich dahin führt, daß, wie es Fig. 3 zeigt, alle Haare mit ihren Drüsenköpfchen in die Nähe der Blattmitte zu stehen kommen. Das jetzt reichlicher als vor der Reizung fließende Secret wirkt ebenso, wie saure Pepsinlösung auf Eiweißkörper, und an Stückchen genommenen Eiweißes oder an Flocken von Fibrin kann man bequem verfolgen, wie sie allmählig kleiner werden und je nach Umständen im Verlaufe eines oder einiger Tage gelöst sind. Insekten sind nach längerem Aufenthalte in diesem Secrete gleichsam ausgefogen, indem die Chitinhülle unangegriffen zurückbleibt.

Wenn sich nach der Verdauung die Drüsenhaare langsam in ihre ausgebreitete und reizempfangliche Stellung zurückbegeben, hört während dieses Rückganges die Secretion vorübergehend auf und unverdaute Reste werden nun leicht durch Erschütterung oder durch einen Windstoß von dem Blatte entfernt. Dieses Abtrocknen zeigt aber zugleich evident, daß das lösliche Gemachte auch in das Blatt aufgenommen wurde, indem auf dem Blatte dabei keine unlöslichen Massen zurückbleiben.

Noch augenfälliger tritt dieses bei einer anderen Pflanze aus der Familie der Droseraceen, der Fliegenfalle (*Dionaea muscipula*) hervor, welche in Nord-Carolina heimisch ist. Die beiden Hälften der Blattlamina (Fig. 12) sind im reizempfang-

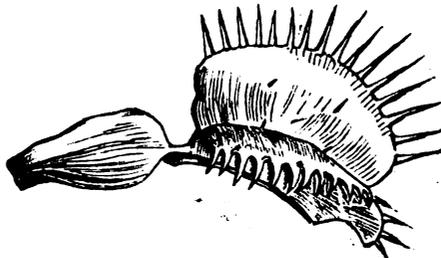


Fig. 12. Blatt von *Dionaea muscipula* in natürl. Größe.

lichen Zustand etwa in einem rechten Winkel gegeneinander geneigt und schlagen in Folge eines Reizes sehr schnell derartig zusammen, daß die speichenartigen Fortsätze am Blattrande wie die Zähne einer Rattenfalle ineinander greifen. Die Bewegung, welche namentlich in der Mittelrippe ausgeführt wird, vollzieht sich schnell genug, um Insekten zu fangen, die dann verdaut werden, nachdem sie ihren Tod gefunden haben.

Die drei ziemlich langen Haare, welche auf der Oberseite jeder Blatthälfte stehen, dienen nur dazu bei Berührung eine Reizbewegung zu veranlassen, welche übrigens auch durch einen leichten Stoß gegen gewisse andere Blatttheile ausgelöst werden kann. Das verdauend wirkende Secret wird von kleinen Drüsenhaaren ausgeschieden, welche sich sehr zahlreich auf der inneren (oberen) Blattfläche finden. Diese Drüsen secerniren für gewöhnlich, auch nach einer mechanischen Reizung, nicht, wohl aber in Folge chemischer Einwirkung gewisser Stoffe. Zu den besonders wirksamen Stoffen gehören viele stickstoffhaltige Substanzen, und so wird auch durch

Insekten und überhaupt animalische Stoffe die Secretion angeregt, welche so reichlich werden kann, daß sogar Flüssigkeitstropfen zwischen den aneinanderliegenden Blattlappen hervortreten. Wenn dann nach Verdauung von Stückchen geronnenen Eiweißes oder noch besser gereinigten Fibrins die Blattlappen sich wieder auseinander bewegen, so bleibt auch hier nichts auf dem wieder abgetrockneten Blatte zurück, woraus eben schlagend hervorgeht, daß die verdauten Stoffe in das Blatt eintraten. Gründe welche dafür sprechen daß bei dieser und anderen fleischfressenden Pflanzen namentlich die Drüsenhaare der Stoffaufnahme dienen, werden wir weiterhin kennen lernen.

In die in den Rannen von *Nepenthes* enthaltene Flüssigkeit wird, wie wir hörten, das Ferment ohne äußeren Anstoß, die zur Wirksamkeit dieses nothwendige Säure aber erst in Folge chemischer Reizung ausgeschieden. Bei *Dionaea* secerniren aber die Drüsenhaare überhaupt erst nach Einwirkung gewisser Stoffe, und demgemäß muß hier die Ausscheidung sowohl des Fermentes, als auch der Säure durch die Reizung bewirkt werden. Das Secret der Drüsenköpfchen von *Drosera* stimmt darin mit *Nepenthes* überein, daß es für gewöhnlich nahezu neutral reagirt, durch einen Reiz indeß sauer wird. Während solches aber bei *Drosera* sowohl durch gewisse chemische Einflüsse (chemischer Reiz), als auch durch mechanischen Reiz bewirkt wird, scheiden die Drüsenhaare der nachher noch kurz zu erwähnenden *Pinguicula* nur nach chemischem Reiz Säure aus. Bei *Drosophyllum lusitanicum* ist endlich das Secret stets stark sauer, wie Ch. Darwin fand, welcher überhaupt die eben erwähnten Thatsachen aufdeckte. Ob nun bei *Drosera*, *Pinguicula* und *Drosophyllum* das Ferment auch ohne Reizung ausgeschieden wird, wie es bei *Nepenthes* der Fall ist, muß erst entschieden werden. Uebrigens ist es noch möglich, daß bei *Nepenthes* die Secretion des Fermentes durch Reizung vermehrt wird; jedenfalls muß dieses nach den positiven Erfahrungen an *Dionaea* nicht gerade unwahrscheinlich erscheinen.

Nach den eben mitgetheilten Erfahrungen ist soviel gewiß, daß die Bedingungen für Secretion von Ferment und Säure nicht bei allen Objecten identische sind. Daraus ergiebt sich aber von selbst, daß hinsichtlich der Secretionsbedingungen keine für alle fleischfressenden Pflanzen geltende Uebereinstimmung mit der Ausscheidung von Ferment und Säure aus den Laabbrüsen der Magenschleimhaut bestehen kann, falls dieser Vorgang bei allen Thieren in derselben Weise angeregt wird, was freilich noch nicht erwiesen ist.

Bemerkenswerth ist, daß ganz allgemein bei den höheren fleischfressenden Pflanzen die Menge des flüssigen Secretes durch chemische Reizung mehr oder weniger vermehrt wird. Am auffallendsten ist dieses bei *Dionaea*, deren Blätter für gewöhnlich gar nicht secerniren, dagegen reichlich Flüssigkeit absondern, so lange sie verdauend thätig sind. Uebrigens ist eine Hervorrufung oder eine Vermehrung von Flüssigkeitsausscheidung in Folge des Contactes mit löslichen Stoffen oder durch chemische Wirkungen eine Erscheinung, welche nicht nur bei fleischfressenden Pflanzen

zutritt, sondern, so weit meine Erfahrungen reichen, in sehr vielen Fällen stattfindet oder zu erzielen ist.¹⁾

Die Secrete der bis dahin näher untersuchten fleischfressenden Phanerogamen, so namentlich auch die Ausscheidungen in den Beckern von *Nepenthes* und der Drüsenhaare von *Drosera* und *Dionaea*, wirken, so weit bekannt, in gleicher Weise wie der saure Magensaft, resp. mit Säure versetztes Pepsin. Demgemäß findet Verdauung nur bei Vorhandensein von Säure statt und wird sogleich unterbrochen, wenn die Säure neutralisirt oder das Secret alkalisch gemacht wird, wie solches für die aus den Rannen von *Nepenthes* entnommene Flüssigkeit constatirt wurde und an den Blättern von *Drosera* leicht zu verfolgen ist, wenn durch aufgestreutes Pulver von Calciumcarbonat die secernirte Säure fortwährend abgestumpft wird.²⁾ Stoffe, welche wie Zellhaut, Stärke, Chitinhäute u. s. w. von saurer Pepsinlösung nicht angegriffen werden, vermag auch das Secret unserer Pflanzen nicht zu lösen, und dem entsprechend bleiben u. a. die ausgefogenen Chitinhüllen von Insekten bei der Verdauung zurück, ebenso hinterläßt durch Hitze coagulirtes Hühnereißweiß hautartige Fetzen, während vor der Coagulation enthäutetes Eiweiß vollkommen aufgelöst wird. Wenn nun auch aus solchen Beobachtungen hervorgeht, daß die bis jetzt geprüften fleischfressenden Phanerogamen neben dem Pepsin ein diastatisches (Stärke u. s. w. in lösliche Zuckerarten verwandelndes) Ferment nicht secerniren, so darf man doch diese Erscheinungen nicht vorzeitig verallgemeinern, da nicht nur bei Pilzen, sondern auch bei höheren Pflanzen Ausscheidung diastatischer Fermente thatsächlich vorkommt.

Da die Secrete der fleischfressenden Phanerogamen wie Pepsin wirken, so ist damit im wesentlichen ihre verdauende Eigenschaft charakterisirt, und es ist nicht nöthig, hier weitere Spezialitäten mitzuthellen. Bekanntlich sind es namentlich eiweißartige Stoffe, welche durch Pepsin verwandelt und in sog. Peptone übergeführt werden. Mit Entstehung dieser löslichen Peptone ist aber die Möglichkeit der Aufnahme in die Pflanze gegeben, wenn auch nicht behauptet werden kann, daß die speziell als Peptone bezeichneten Körper als solche in die Pflanzenzellen eintreten. Diese Peptone sind eben nach den Untersuchungen v. Wittich's und Maly's³⁾ immerhin noch relativ schwer diosmirende Stoffe, während die membranartige Begrenzungs-schicht des Protoplasmas (die Plasmamembran) nur für leicht diosmirende Krystalloide durchdringbar zu sein scheint⁴⁾.

Ob das Ferment in dem Secret fleischfressender Pflanzen mit dem Pepsin im

1) Wie solche Ausscheidung veranlaßt werden kann, ist dem Principe nach entwickelt in meinen „Osmotischen Untersuchungen“, Studien zur Zellmechanik 1877, S. 224.

2) Versuche, welche die mit Pepsin übereinstimmende Wirkung darthun, sind angestellt von Ch. Darwin, Rees und Will (Bot. Jtg. 1875, p. 715) und namentlich auch von Gorup-Besanez und Will (Berichte d. chem. Gesellschaft 1876, S. 673).

3) R. Maly, Journal für praktische Chemie. 1875, N. F. II, S. 97.

4) Vgl. meinen Aufsatz: „Wanderung der organischen Baustoffe u. s. w.“ in diesen Jahrbüchern 1876, Bd. V, S. 112. — Aus Gründen, welche ich in den „Osmotischen Untersuchungen u. s. w.“ 1877, S. 123 entwickelt habe, nenne ich die diosmotisch maßgebende Schicht jetzt nicht mehr Primordialschlauch, sondern Plasmamembran.

Magensaft vollkommen identisch ist, läßt sich zur Zeit nicht endgültig entscheiden, da diese Stoffe als chemisch reine Körper überhaupt noch nicht bekannt sind. Chemische Differenz kann natürlich auch dann bestehen, wenn die Wirkungen identisch sind, aber kleinere Unterschiede in den Wirkungen können auch nicht ohne weiteres die Fermente als qualitativ verschiedene Stoffe charakterisiren, so lange keine Garantie vorliegt, daß diese Unterschiede nicht durch fremde Beimengungen bedingt sind. Unter solchen Umständen muß es dahin gestellt bleiben, ob kleine Unterschiede in der Wirkung, welche Lawson (Lit¹) für das Secret von *Nepenthes* und *Drosera binata* angiebt, in der Qualität des Fermentes selbst begründet sind. Ich ziehe es vorläufig vor den Namen „Droserin“, welchen der genannte Autor für das Ferment dieser Pflanzen vorschlägt, nicht zu adoptiren, sondern dasselbe Pepsin zu nennen, welcher Ausdruck ohnedies vielleicht eine Gruppenbezeichnung für zwar nahe-
stehende, aber doch bestimmt verschiedene Körper ist.

Welche Säuren bei den fleischfressenden Phanerogamen im Vereine mit Pepsin wirksam sind, läßt sich noch nicht ganz sicher sagen. So viel scheint indeß gewiß, daß in konkreten Fällen wenigstens nicht Salzsäure, wie im Magensaft, sondern organische Säure funktioniert, da Frankland (nach Darwin) in dem Secrete von *Drosera rotundifolia* weder Salzsäure noch Schwefelsäure fand. Indes wirkt Pepsin im Verein mit organischen Säuren verdauend und ist mit Ameisensäure, auch mit Citronensäure, in sehr hohem Grade wirksam.²) Ameisensäure kommt nun nach Will³) neben anderen Fettsäuren im Secrete der Drüsenhaare von *Drosera rotundifolia* vor und ist nach Deivar⁴) auch in dem Secret von *Dionaea* reichlich enthalten. Indes ist der Nachweis nicht geliefert, ob diese oder eine andere Säure die im freien Zustande im Secret vorhandene ist, und auch aus älteren Analysen Wölker's (1849),⁵) welche in der Rannensflüssigkeit von *Nepenthes* ziemlich viel Aepfelsäure mit wenig Citronensäure aufweisen, ist nicht sicher zu entnehmen, ob diese Säuren durchaus an Basen gebunden oder theilweise im freien Zustand gegeben waren. Am wahrscheinlichsten muß es scheinen, daß überhaupt nicht in allen Fällen dieselben Säuren wirksam sind. Uebrigens mag hier daran erinnert werden, daß mit nur sehr geringer Menge Pepsin und auch mit relativ geringen Mengen Säure eine verhältnißmäßig sehr große Menge von Eiweißstoffen in Poptone verwandelt werden kann.

Für die vorgenannten Pflanzen ist es vollkommen gewiß, daß animalische, natürlich aber auch vegetabilische Stoffe, auf welche Pepsin einwirkt, durch das Secret verdaut werden, und ebenso findet Aufnahme löslich gemachter Stoffe unzweifelhaft statt. Solche Eigenschaften sind aber auch noch für einige andere Pflanzen sicherge-

1) Nature, 1875, p. 251.

2) Vgl. die citirte Arbeit von Gorup-Besanez und Will.

3) Bot. Zeitung 1875, p. 716. Nach Frankland (bei Darwin S. 78 der deutschen Uebersetzung) soll freilich Ameisensäure in diesem Secrete fehlen.

4) Mitgetheilt von Balfour in Gardner's Chronicle 1875, II, 8, p. 67.

5) Wiebergegeben bei E. Wunschmann, Ueber die Gattung *Nepenthes*. Dissertation Berlin 1872, p. 25.

stellt, an welchen Einrichtungen zum Festhalten von Insekten oder anderen Thieren bestehen.

Wie es scheint kommt allen Droseraceen die Eigenschaft zu Insekten zu fangen und zu verdauen. Welche speziellen Anpassungen bei den verschiedenen Arten zum Zwecke Thiere einzufangen ausgebildet sind, soll hier nicht dargelegt werden und muß ich in dieser und anderer Hinsicht auf das ausgezeichnete Werk Darwin's verweisen. Erwähnt sei nur, daß eine Droseracee, die auch in Deutschland vorkommende *Aldrovanda vesiculosa*, eine im Wasser schwimmende, wurzellose Pflanze ist, welche mit ihren reizbaren Blättern in ähnlicher Weise wie *Dionaea* Wasserthierchen fängt.

Bei den auf feuchtem Boden lebenden Pflanzen aus dem Genus *Pinguicula* (Familie der *Lentibulariaceae*) werden Insekten durch das klebrige Secret der Drüsenhaare festgehalten, welche sich sehr reichlich auf der Oberseite der ziemlich fleischigen, eine Wurzelrosette bildenden Blätter finden. Das nach Einwirkung stickstoffhaltiger Körper reichlicher fließende und sauer werdende Secret wirkt zweifellos verdauend auf Eiweißstoffe¹⁾.

Wie *Nepenthes* besitzen auch Pflanzen aus einer anderen Familie, *Cephalotus*, *Sarracenia*, *Darlingtonia* u. a., schlauch- oder becherartig ausgebildete Blätter, in denen sich faktisch, wie schon lange bekannt ist, oft reichlich gefangene oder zu Grunde gegangene Insekten finden. In wie weit bei diesen Objekten verdauende Secrete ausgeschieden werden, ist übrigens theilweise noch zu entscheiden.

Es ist von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß es auch Pflanzen giebt, welche aus gefangenen Thieren Nährstoffe gewinnen, ohne daß ein verdauendes Ferment secretirt wird, und wie es nach Darwin's Untersuchungen scheint, bieten einen solchen Fall die im Wasser schwimmenden *Utricularia*-Arten dar. Es sind diese wurzellose Pflanzen, deren fein getheilte Blätter auch Blasen tragen, welche ausgezeichnet zum Einfangen von Wasserthieren eingerichtet sind. Dem Wesen der Sache nach ist die mit Flüssigkeit und meist theilweise mit Luft gefüllte Blase mit einer Oeffnung versehen, welche mit einer auf einer Seite befestigten Klappe derartig verschlossen ist, daß sich diese bewegliche Klappe wie ein Ventil nur nach Innen öffnen kann. So können mit leichtem Druck sich Thiere den Weg in das Innere der Blase bahnen, während sie nicht wieder nach Außen ent schlüpfen können. Schon längere Zeit ist durch Crouan, sowie durch Delpino bekannt, daß sich in den

1) Linné (*Flora lapponica* 1737, p. 10) berichtet, daß einige Lappenstämme durch Blätter von *Pinguicula* die Milch zur Coagulation bringen. Bei Auffinden dieser Notiz fällt mir ein, daß mir vor Jahren ein alter italienischer Hirt in den Disgraziialpen erzählte, man könne die Blätter von *Pinguicula alpina* wie Laabmagen benutzen. Ob diese Blätter thatsächlich in dem Disgraziagebirge zu dem Zwecke benutzt werden, glaube ich zwar nicht, doch habe ich seiner Zeit vergessen danach zu fragen, als mir der fragliche Hirt, veranlaßt durch eine äußerst üppige Vegetation von *Pinguicula alpina*, obige Mittheilung machte, die ich nicht weiter beachtete. Es würde sich jedenfalls empfehlen, diese Sache zu prüfen und festzustellen, ob eventuell diese coagulirende Wirkung mit dem verdauend wirkenden Ferment zusammenhängt oder anderweitige Ursache hat.

Blasen häufig kleine Wasserthiere finden, die, wie es durch Cohn und durch Darwin beobachtet wurde, ziemlich reichlich gefangen werden und nach einiger Zeit, vielleicht theilweise durch Erstickung zu Grunde gehen.

Zwar ist die Innenseite dieser Blasen reichlich mit viertheiligen Haaren besetzt, jedoch fehlen hier Drüsenhaare, und wenn deshalb auch noch nicht die Ausscheidung eines Fermentes ausgeschlossen wäre, so scheint doch eine solche Secretion nicht stattzufinden, da Darwin an hineingebrachten Fleischstückchen nach 1 bis 3½ Tagen keine Spur von Verdauung wahrnehmen konnte. Da aber thatsächlich die todtten Thierchen in den Blasen von *Utricularia* ziemlich schnell zerfallen, so muß entweder irgend eine Wirkung durch ein Secret oder überhaupt durch die in der Blase gegebenen Bedingungen gegeben sein, oder aber die in den todtten Thierchen sich reichlich ansammelnden Bacterien führen die schnelle Zersetzung herbei, und auch hierbei könnten wieder in der geschlossenen Blase Verhältnisse, wie z. B. durch Sauerstoffmangel, gegeben sein, welche die zersetzende Thätigkeit niederer Organismen beschleunigen.

In der That habe ich überall Bacterien oder andere niedere Pilze reichlich dort gefunden, wo in der Blase Thierchen oder hineingebrachte Stückchen von geronnenem Eiweiß zerfallen oder Auflösungs Spuren in merkllicher Weise zeigten, und wenn ich auch nicht in der Lage bin zu entscheiden, ob eine andere verdauende Wirkung ganz ausgeschlossen ist, so zweifle ich doch nicht daran, daß die hauptsächlichste Zersetzung von den Bacterien ausgeht. Da ja bei solcher Zersetzung auch lösliche Produkte entstehen, so kann auf diesem Wege die Aufnahme zuvor unlöslicher Stoffe vermittelt werden. Die viertheiligen Haare sind thatsächlich im Stande, verschiedene stickstoffhaltige Stoffe aufzunehmen, wie Zusammenballungen im Innern der Zelle anzeigen, welche nicht auf mechanischen Reiz erfolgen. Besonders bemerkenswerth ist, daß nach Darwin auch Harnstoff in diese Haare aufgenommen wird, während dieser Stoff nach demselben Autor auf die Drüsen von *Drosera* keine Wirkung ausübt. Es ist also die Möglichkeit gegeben, daß die Pflanze auch von den Excrementen der gefangenen Thierchen Nutzen zieht, welche bei den ängstlichen Bemühungen dieser ihrem Kerker zu entfliehen wohl reichlicher als sonst entleert werden. Uebrigens scheint es mir, daß auch die nicht zu Haaren ausgewachsenen Zellen der Innenfläche der Blasen zur Aufnahme von Stoffen geeignet sind.

Die Vermittlung der Nährstoffaufnahme durch Bacterien trifft übrigens für Saprophyten, welche aus verwesenden Substanzen Nährstoffe beziehen, unvermeidlich öfters zu, wenn auch die beschleunigte Zersetzung durch Bacterien oder andere niedere Organismen der Regel nach wohl eine nothwendige Bedingung für Ernährung solcher Saprophyten nicht ist. Jedenfalls steht in rein ernährungsphysiologischer Hinsicht der oben für Bacterien wahrscheinlich gemachte Vorgang nicht isolirt da. Dagegen habe ich mich bestimmt überzeugt, daß die Verdauung durch das Secret von *Drosera* stattfindet, auch wenn niedere Organismen ganz und gar nicht zugegen sind, und ich kann Darwin nur darin beistimmen, daß diese Secrete antiseptisch wirken und demgemäß das Aufkommen von Bacterien u. s. w. in den animalischen Stoffen erschweren. Gelegentliches Auftreten von niederen

• Pilzen ist natürlich nicht ausgeschlossen, wenn aber auf diese Nordstedt¹⁾ die Auflösung der in dem Secret der Droserablätter eingeschlossenen animalischen Substanzen ganz und gar zurückführen will, so ist er entschieden im Irrthum. Ebenso hat das Secret der Blätter von *Pinguicula* wirklich verdauende Eigenschaften, und es sind nicht, wie Morren²⁾ annahm, einer Vegetation von Bacterien die Lösungsvorgänge zuzuschreiben.

Zweifellos wird die Zahl der Pflanzen noch wesentlich vermehrt werden, welche aus festgehaltenen animalischen und vegetabilischen Objecten Nährstoffe acquiriren können. Es sei aber nochmals hervorgehoben, daß durchaus nicht alle Fangvorrichtungen diesem Zwecke, bestimmt aber öfters anderem Zwecke dienen, wie z. B. als Schutzmittel gegen schädliche Gäste. Auch mögen gewisse Einrichtungen verschiedenen Zwecken gleichzeitig Genüge leisten.

Es liegt mir hier fern, eine größere Zahl von Fällen aufzuführen, in welchen gefangene Thierchen vielleicht Nährstoffe höheren Pflanzen liefern, doch will ich wenigstens auf einige noch hinweisen. Fr. Delpino³⁾ fand in der im Grunde der Blüthenstandshülle (*spatha*) von *Alocasia* (einer Aroidee) ausgechiedenen Flüssigkeit todte Schnecken, deren Körper in starker Auflösung begriffen war, und sprach auch die Vermuthung aus, es möchten diese zur Ernährung der Pflanze beitragen. Auch gilt solches vielleicht für die Thiere, welche in manchen, mit scheidigem Grund umfassenden Laubblättern zu Grunde gehen. So hat jüngst Fr. Darwin⁴⁾ eigenthümliche Bildungen an den Haaren der Blätter von *Dipsacus sylvestris* bekannt gemacht, welche vielleicht mit einer Nährstoffaufnahme in Verbindung stehen, die hier zeitweise aus gefangenen Objecten möglich erscheint. Die beiden opponirten Laubblätter sind derartig verwachsen, daß um den Stengel ein kahnförmiger Raum entsteht, in welchem sich, freilich nur bei nassem Wetter, Wasser sammelt, in dem sich zuweilen ziemlich reichlich ertrunkene kleine Thiere finden. Bei manchen in Urwäldern warmer Länder lebenden Bromeliaceen scheinen aber solche Wasseransammlungen in dem geeignet gestalteten Blattgrund anhaltend zu bestehen, da in diesen Wasserbehältern einer brasilianischen Bromeliaceen sogar eine Wasserpflanze, eine *Utricularia*, ihren normalen Standort haben soll.

Ob in den vorerwähnten und ähnlichen Fällen die Pflanze wirklich Nährstoffe auf diesem Wege bezieht, ob lösende Secrete eingreifen, diese und andere Fragen müssen erst noch erledigt werden. Auch ist es noch nicht entschieden, ob Drüsenhaare, welche sich an manchen Pflanzentheilen so reichlich finden, häufiger eine gewisse lösende Wirkung geltend machen können⁵⁾. Ebenso ist es noch fraglich, welche Be-

1) Jahresbericht der Botanik 1874, S. 787.

2) Observations sur les procédés insecticides des *Pinguicula* aus Belgique horticole 1875, p. 7 des Separatabzuges.

3) Ulteriori osservazioni sulla Dicogamia 1868—1869, I, p. 240.

4) Quarterly Journal 1877, Separatabzug.

5) Ein Glycerinauszug aus den Drüsenhaaren von *Hyoscyamus niger* und *Primula chinensis* wirkte nach Reeb und Will (Botan. Zeitung 1875, S. 717) nicht verdauend auf Hühnereweiß und Fibrin. Dagegen berichtet Hefel (Bullet. d. l. société botanique

deutung es hat, wenn sich, wie Master's¹⁾ angiebt, in den kannenförmig ausgebildeten Blumenblättern von *Helleborus* ein Ferment findet, das auf Eiweiß verdauend wirkt. Auch die Angaben, daß der Milchsaft von *Carica Papaya* verdauend auf Fleisch wirke, bedürfen der näheren Prüfung.

Wenn die fleischfressenden Phanerogamen Thiere durch klebrige Secrete, Bewegungsvorgänge oder fallenartige Vorrichtungen fangen und die fleischfressenden Pilze sich in die Thiere einbohren, so ist doch auch noch möglich, daß nackte Protoplasma Körper, wie sie die Plasmodien der Myxomyceten darbieten, Thierchen direkt verschlingen. Freilich ist gerade dieser Fall noch nicht bekannt, doch nehmen Myxomyceten ja thatsächlich verschiedene geformte Körper auf, und eben dieses gilt für die Amöben, welche allerdings keine zweifellosen Pflanzen sind. Die zu den Amöben gehörige *Vampyrella vorax* verschlingt kleine Algen (Diatomeen und Desmidiaceen) die ihr Nahrung zu liefern scheinen, wie die *Monas amyli* die Stärkekörnchen, welche allmählich durch diesen Organismus aufgelöst werden²⁾.

Die Möglichkeit der Aufnahme fester Körper in die erwähnten Organismen ist durch die Eigenschaften des Protoplasma Körpers gegeben³⁾ und die Bewegungsvorgänge ermöglichen, daß an Verschlingen erinnernde Aufnahme stattfinden kann. In das Plasmodium von *Aethalium septicum* (einem Schleimpilze) kann man gewaltsam leicht kleine Insekten einführen, welche dann bald in dem ungewohnten Medium ihren Tod finden. Ob gerade *Aethalium* auch verdauend auf Eiweißstoffe wirkt, davon konnte ich mich bei nur zu eigener Orientirung unternommenen flüchtigen Versuchen nicht maßgebend überzeugen.

Einige kurze historische Bemerkungen mögen nun, ehe wir weiter gehen, darthun, daß bereits vor langer Zeit mit mehr oder weniger Bestimmtheit und Bezeichnung die Ansicht ausgesprochen wurde, es möchten gewisse insektenfangende höhere Pflanzen aus ihrer Beute Nutzen für ihre Ernährung ziehen. Es genüge hier daran zu erinnern, daß auch schon lange in thierischen Organismen lebende Pilze bekannt sind, welche wir hier nicht weiter berücksichtigen werden.

Bereits im Jahre 1769 sprach Ellis⁴⁾ in einem an Linné gerichteten Briefe die Vermuthung aus, daß die gefangenen Insekten der *Dionaea muscipula* wohl Nutzen bringen möchten und auch Diderot⁵⁾ scheint um diese Zeit eine solche

de France 1876, Bd. XXIII, p. 155) von verdauender Wirkung an Fleischstückchen, welche in die mit Drüsenhaaren besetzten Blätter von *Pelargonium zonale* und *Sparmannia africana* eingewickelt worden waren.

1) Gardner's Chronicle 1876, I, S. 468.

2) Die bekannten Thatsachen sind zusammengestellt in Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten von de Bary 1866, p. 307 ff.

3) Vergl. diese Jahrbücher 1876, Bd. V, S. 115.

4) Dieselbe Ansicht wiederholt Ellis in der Schrift *De Dionaea muscipula, planta irritabili* u. s. w. übersezt von Schreber 1771. Eine zweite Auflage erschien 1780.

5) Nach Morren, nach welchem sich die betreffende Stelle findet in *Oeuvres de Diderot* (Ausgabe von Assezat) 1875, Bd. IX, p. 257. Dieses Buch ist mir nicht zugänglich.

Aufsicht vertreten zu haben. Dann entdeckte 1782 A. W. Roth¹⁾ die Reizbarkeit der Blätter von *Drosera*, beschrieb musterhaft die Art und Weise wie Insekten gefangen werden und stützte seine Annahme, es möchte diese Pflanze von den gefangenen Insekten Nutzen ziehen, darauf, daß diese Objekte nach Öffnen des Blattes ausgezogen waren.

Die Thatsache des Insektenfangens in den schlauchförmigen Blättern von *Sarcocolla* wurde u. a. von Bartram (1791), Macbride (1818), Burnett (1829) und Curtis (1834) beschrieben, und namentlich der letztere schrieb der in den Schläuchen befindlichen Flüssigkeit verdauende Eigenschaften zu. An *Dionaea* ermittelte ferner Canby²⁾ (1869) durch in der Heimath dieser Pflanze angestellte Versuche die verdauende Eigenschaft des Secretes.

Die hier gegebenen historischen Bemerkungen (einige andre geschichtliche Thatsachen übergehe ich) zeigen, wie die verdauende Eigenschaft des Secretes thatsächlich schon früh und gelegentlich immer wieder behauptet und theilweise auch wirklich beobachtet wurde. Einer genügend exakten Prüfung wurde dieses Thema aber erst durch Ch. Darwin unterzogen, welcher eine Fülle vorzüglicher und vollkommen beweisender Versuche in seinem ausgezeichneten Werke über „Insektenfressende Pflanzen“³⁾ niederlegte. Bereits im Jahre 1874 hatte Burdon-Sanderson einen vorläufigen Bericht über Darwins bezügliche Erfahrungen an *Drosera* und *Dionaea* gegeben⁴⁾. Diesem Aufsatz und überhaupt der von Darwin gegebenen Anregung verdanken Hooker's⁵⁾ Untersuchungen an *Nepenthes* und Cohn's⁶⁾ Mittheilungen über *Utricularia* und *Aldrovanda* ihre Entstehung, welche Arbeiten früher als Darwin's großes Werk erschienen. Andere Arbeiten, welche wirkliche Bedeutung für Erweiterung unserer Kenntnisse über fleischfressende Pflanzen haben, sind bereits genannt oder werden noch Erwähnung finden.

Die Aufnahme des löslich gemachten folgt, wie schon gezeigt ist, ganz einfach daraus, daß bei *Dionaea*, übrigens auch bei *Drosera* keine festen Rückstände auf dem Blatte bleiben, wenn nach Verdauen von Fibrin oder enthäutetem Eiweiß das Secret in das Blatt resorbirt wird. Läßt sich nun auch bestimmt folgern, daß die Drüsenhaare (oder bei *Utricularia* u. a. auch andere Haare) wesentlich bei der Aufnahme thätig sind, so bleibt doch noch zu entscheiden, ob und in wie weit andere Epidermiszellen dem gleichen Zwecke dienen. Ohne weiter auf die Diskussion dieser Fragen einzugehen, will ich hier auf eine Ausscheidung im Zellsaft hinweisen, welche unter Umständen wenigstens eine gewisse Aufnahme beweisen kann.

In Haaren auf den Blattorganen fleischfressender Pflanzen bringt die Ein-

1) Beiträge zur Botanik 1782, I. Theil, S. 64 ff.

2) Oesterreichische Botanische Zeitung 1869, S. 77.

3) Die englische Ausgabe erschien 1875, die deutsche Uebersetzung 1876.

4) Nature 14. Juni 1874.

5) Address to the Departement of Zoology and Botany of the British Association, Bedford 21. August 1874.

6) Beiträge zur Biologie 1875, Bd. I, Hft. III, S. 71.

wirkung stickstoffhaltiger Körper, wie Darwin kennen lernte, sich zusammenballende Ausscheidungen hervor, welche, wenigstens bei *Drosera*, Folge des Unlöslichwerdens eines zuvor im Zellsaft aufgelösten Stoffes sind.¹⁾ Ruft, wie bei den mit Drüsenköpfchen versehenen Haaren von *Drosera*, schon mechanische Reizung solche Ausscheidung hervor, so kann diese nicht ohne weiteres dann, wenn sie durch den Einfluß stickstoffhaltiger Körper erzeugt wird, als sicheres Argument für Aufnahme dieser angesehen werden. Wenn indeß, wie an den Drüsenhaaren von *Dionaea* und *Pinguicula* und an den drüsenlosen Haaren in den Schläuchen von *Utricularia*, mechanische Reizung keinen Erfolg hat, muß, um die fragliche Ausscheidung hervorzurufen, eine gewisse Menge des chemisch wirkenden Körpers jedenfalls in die Zellen seinen Weg gefunden haben. Freilich könnte die zur Erzielung der vollen Reaktion nöthige Menge nur eine minimale sein, wenn diese nur auslösend wirkte, d. h. den Anstoß zu der fraglichen Ausfällung gäbe, ohne in einem quantitativen Verhältniß zu dieser zu stehen. Die vorliegenden Untersuchungen sind in dieser Hinsicht nicht ganz entscheidend, doch kann immerhin aus der Reaktion auf gewisse Stoffaufnahmen in die Zelle geschlossen werden; das Ausbleiben dieser sich kugelig zusammenballenden Ausscheidungen schließt aber die Aufnahme eines gegebenen Stoffes nicht aus, da eben nicht alle Körper diese Reaktion erzeugen.

Da die fragliche Ausscheidung auch bei unbeweglichen Haaren vorkommt, und bei *Drosera*, wie Darwin darthat, unabhängig von der Bewegung der Drüsenhaare ist, so dürfte dieselbe wohl in Beziehung zur Secretion der verdauend wirkenden Stoffe oder vielmehr nur der Säure stehen. Fehlt auch der strenge Beweis hierfür, so ist doch zunächst zu folgern, daß bei *Drosera* diese Aggregation in den Haartzellen nicht direkt im Dienste der Stoffaufnahme thätig sein wird, da ohne solche, einfach durch mechanische Reizung der Drüsen, die Ausscheidung zu Stande kommt. Da nun ferner in die Rannen von *Nepenthes* Pepsin secernirt wird, ohne daß in den Drüsenhaaren Ausfällung bemerkt wird, welche aber eintritt, wenn die Ausscheidung der Säure angeregt wird, so muß nach dem Allen ein Zusammenhang zwischen dieser Secretion und der Zusammenballung im Zellinhalt sehr wahrscheinlich erscheinen. Es kann hiergegen nicht sprechen, daß in den einzelligen Haaren in den Blasen von *Utricularia* gleichfalls Aggregation des Zellinhaltes durch stickstoffhaltige Körper hervorgerufen wird, denn Secretion von Säure ist nicht einmal ausgeschlossen, wenn eine fleischverdauende Eigenschaft auch abgeht und wenn eine solche Ausscheidung an unserem Objecte fehlen sollte, so wäre auch daraus nicht einmal ein Argument gegen den obigen Zusammenhang zu ziehen, wie ich hier nicht weiter erläutern kann.

Die Ausscheidung eines Stoffes ist in jedem Falle das sichtbare Symptom einer chemischen Reaktion, die auch Säure in direkter oder indirekter Weise in Freiheit setzen könnte. Wie nun solche Prozesse denkbar sind, wie mit Hülfe des in den Zellen gegebenen osmotischen Apparates die Secretion der Säure möglich ist²⁾, das

1) Näheres in meinen Osmotischen Untersuchungen 1877, S. 196.^a

2) Siehe übrigens diese Jahrbücher, 1876, Bd. V, S. 129 und meine Osmotischen Untersuchungen p. 163.

kann ich hier nicht erörtern, und zudem müssen die Vorgänge in ihrer realen Erscheinung erst durch exakte Untersuchungen aufgeheilt werden.

Die Bewegungen, welche an *Dionaea*, *Drosera* u. a. durch stickstoffhaltige Körper, also durch chemische Einflüsse verursacht werden — wir wollen sie mit Munk Resorptionsbewegungen nennen — können dem Zeitmaße und der habituellen Erscheinung nach wesentlich anders verlaufen, als die durch mechanischen Reiz veranlaßten „Reizbewegungen“. Besonders auffallend ist dieses bei *Dionaea*, bei der in Folge eines mechanischen Reizes die Blattlappen fast plötzlich zusammentreffen, während sie erst in 1 bis 2 Tagen geschlossen sind, wenn ein vorsichtig aufgelegtes Fleischstückchen die Resorptionsbewegung verursacht. Dafür bleiben aber die durch Resorptionsbewegung genährten Blattlappen längere Zeit, selbst wochenlang geschlossen, während die durch Reizbewegung geschlossenen Blätter bald wieder die Blattlappen auseinanderweichen lassen. Außerdem legen sich die sonst concav bleibenden Blattlappen bei der Verdauung ziemlich eng aneinander. Hinsichtlich der Zeitdauer des Geschlossenbleibens bietet *Drosera* analoge Unterschiede zwischen Reiz- und Resorptionsbewegungen wie *Dionaea* dar. Daß durch chemische Wirkung allgemein die Quantität des flüssigen Secretes vermehrt wird, daß ferner, abgesehen von *Drosera*, die gleiche Ursache auch die Qualität des Secretes spezifisch ändert, ist bereits mitgeteilt worden.

Gemäß der Tendenz dieses Aufsatzes können wir hier nicht näher auf diese Bewegungsvorgänge eingehen, und es genügt hervorzuheben, daß das anhaltende Geschlossenbleiben der Bewegungsorgane, ebenso die fortdauernd veränderte Secretion, eine Folge der fortwährenden chemischen Wirkung bestimmter Stoffe ist. Demgemäß beginnt bald nach Entfernung der wirksamen Stoffe die rückgängige Bewegung der beweglichen Blatttheile, und daß nicht der Akt des Verdauens, sondern spezifische chemische Einflüsse die Ursache abgeben, wird dadurch bewiesen, daß durch anhaltende Application von Ammoniaksalzen, wie auch durch Calciumphosphat, die Blätter gleichfalls zu Resorptionsbewegungen gebracht und längere Zeit geschlossen gehalten werden können.

Die chemische Verwandtschaft zweier Körper entscheidet nicht hinsichtlich der spezifischen Wirkung auf die Bewegungs- und Secretionsorgane, wie denn z. B. nach Darwin Natronphosphat bei Application auf die Drüsenhaare von *Drosera* energische Bewegung hervorruft, während Kaliphosphat ohne Wirkung ist. Von manchen Stoffen reicht eine unglaublich geringe Menge zur Hervorrufung von Bewegungsvorgängen aus, und nach Darwin genügt es zur Erzeugung deutlicher Einbiegung der Haare von *Drosera*, wenn von dem wirksamsten Ammoniaksalz, von Ammonphosphat, 0,00000216 Milligramm in verdünnter Lösung auf das Drüsenköpfchen gebracht werden. Wird Fleisch oder ein Insekt auf oder in die verdauenden Organe gebracht, so wirken außer den anorganischen Stoffen auch die organischen Stickstoffverbindungen, welche zum guten Theil Secretions- und Bewegungsvorgänge zu erzeugen vermögen. Da so äußerst geringe Stoffmengen genügen, so ist begreiflich, wie schon vor der begonnenen Verwesung eines Insekts die Secretion auch da angeregt werden kann, wo eine chemische Einwirkung dazu nothwendig ist

und wie die Secretion bis zur Vollendung der Verdauung fortbauert, mit dieser aber erlischt, da nur solche Stoffe wirksam zu sein scheinen, welche aufnehmbar sind oder durch das Secret in aufnehmbare Körper übergeführt werden. Indes hat die reichliche Ausscheidung von Ferment und Säure augenscheinlich eine zeitliche Grenze, was voraussichtlich dadurch bedingt wird, daß die reichliche Secretion von in Ruhezeiten angesammelten Stoffmengen abhängt. Nach einer Ruheperiode wird dann wieder eine stärkere Secretion der wirkenden Körper möglich sein und wie diese Vorgänge fast nothwendig erscheinen, so ist es auch leicht verständlich, warum reizbare Blätter, wenn das dargebotene Fleischstückchen zu groß ist, in den geöffneten Zustand zurückgehen, bevor die Verdauung vollendet ist.

Verdauende Eigenschaften der Secrete und Aufnahme der löslich gemachten animalischen und vegetabilischen Stoffe sind durch das Experiment endgültig festgestellte Thatsachen. Es fragt sich nun, ob das auf diesem Wege Aufgenommene in den fleischfressenden Phanerogamen verarbeitet wird und ob ferner für diese Pflanzen eine Zuführung von Nährstoffen durch die Insekten fangende Organe nothwendig oder wenigstens von Vortheil ist. Daß auch diese beiden Fragen wohl auseinanderzuhalten sind, bedarf eines besonderen Commentars nicht, und es mag hier vorläufig nur nebenbei daran erinnert werden, wie erfahrungsgemäß Mais und andere Pflanzen sowohl aus organischen wie anorganischen Verbindungen ihren Stickstoffbedarf decken können.

An der möglichen Verarbeitung der in die Pflanzen aufgenommenen organischen Stoffe kann nicht gezweifelt werden. Denn einmal in Zellen gelangt, wird bei den Stoffwechselprozessen sicher nicht mehr unterschieden, ob ein Körper durch die Wurzeln oder durch andere Organe aufgenommen wurde, und die Verwendbarkeit vieler organischer Stickstoffverbindungen, vor allen Dingen auch derjenigen, welche als Zersetzungsprodukte von Proteinstoffen bekannt sind, ist ja eine erwiesene Thatsache. Wenn es aber bei dem Fangen von Thierchen auf Acquisition von Nährstoffen wirklich abgesehen ist, so wird wohl die Zufuhr verwendbaren Stickstoffs in erster Linie in Betracht kommen, da einmal Mangel an Stickstoffverbindungen im Boden relativ leicht eintritt, da ferner animalische Objekte der Pflanze eine verhältnismäßig reichliche Menge dieses Stoffes darbieten und da endlich auch die Secretion eines Proteinstoffe verdauenden Fermentes darauf hinweist, daß das Insektenfangen den Zweck hat, Stickstoffverbindungen der Pflanze zuzuführen. Nächstdem möchte vielleicht die Gewinnung von Phosphorsäure aus animalischen Objekten für die Pflanze von Bedeutung sein können, während die anderen Aschenbestandtheile im Boden normalerweise in ausreichender Menge geboten werden. Die Zufuhr stickstofffreier Stoffe kann aber jedenfalls für die fleischfressenden Phanerogamen von keinem Belang sein, da diese ja aus Kohlenäure und Wasser organische Substanz bilden, und dieser Quelle gegenüber die Quantität der aus gefangenen Insekten eventuell gewinnbaren Menge nur gering ist. Es ist damit nicht ausgeschlossen, daß stickstofffreie organische Körper und ebenso beliebige Aschenbestandtheile, falls sie in die Pflanzen

von den verdauenden Organen aus eintreten, auch in den Dienst des Stoffwechsels gezogen werden.

Was nun die Bedeutung der animalischen Nahrung für die fleischfressenden Phanerogamen anbelangt, so darf man behaupten, daß diese — wenigstens die speziell untersuchten — ohne Fleischkost fortkommen, doch bleibt es fraglich, ob nicht das Insektenfangen unseren Pflanzen unter natürlichen Verhältnissen einen gewissen Nutzen bringt. Thatsächlich können unsere Pflanzen gedeihen, ohne daß Insekten gefangen oder überhaupt organische Stoffe den verdauenden Blattorganen zugeführt wurden, wie u. a. Schenk¹⁾ für *Dionaea* und *Aldrovanda* berichtet, welche letztere er während zweier Jahre in anorganischer Nährstofflösung kultivirte. Auch habe ich die kräftige Entwicklung von *Drosera rotundifolia* aus Winterknospen verfolgt, während ganz bestimmt die Blätter nie etwas Verdaubares erhielten. Auf die gärtnerische Erfahrung, daß *Dionaea*, *Sarracenia* u. a. unter Glocken fortkommen, ist kein besonderes Gewicht zu legen, so lange nicht der Ausschluß von Insekten speziell konstatiert wird, da solche gelegentlich unter die Glocken gerathen oder auch aus im Boden vorhandenen Eiern und Larven sich entwickeln können.

Durch das Insektenfangen ist für die fleischfressenden Phanerogamen also nur eine fakultative Nährstoffquelle gegeben, welche auch im günstigsten Falle nur einen Theil der Nahrung wird liefern können. Dagegen wird bei den fleischfressenden Pilzen die gesammte Nahrung aus Körperbestandtheilen des Thieres entnommen, und dieser Ernährungsmodus ist ein in jeder Hinsicht absolut nothwendiger dann, wenn der Pilz nicht auf anderem als animalischem Substrate fortkommen vermag. Fakultativer und nothwendiger Ernährungsmodus werden aber bei ernährungsphysiologischen Fragen oft nicht genügend auseinandergehalten, wie auch die Ansichten wieder lehren können, welche über die Ernährung fleischfressender Phanerogamen laut wurden.

Während ja bekanntlich die chlorophyllfreien Pflanzen alle organischen Baustoffe als solche von Außen beziehen, kennen wir auch chlorophyllarme Pflanzen, welche, wie die nur sehr wenig Chlorophyll enthaltende *Neottia* (Orchidee), zwar thatsächlich ein kleineres Quantum organischer Substanz aus Kohlensäure und Wasser produciren, die größere Menge aber fertig gebildet aufnehmen müssen. Wenn in diesem Falle die Acquisition organischer Stoffe noch nothwendig ist, so ist nicht im mindesten daran zu zweifeln, daß es auch chlorophyllführende Pflanzen giebt, welche zwar ohne Aufnahme organischer Stoffe fortkommen, unter natürlichen Verhältnissen aber gewöhnlichst ein gewisses Quantum organischer Stoffe aufnehmen. Daß solches möglich ist, zeigt die schon vorhin erwähnte Ernährung von Mais und anderen Pflanzen durch organische Stickstoffverbindungen, und wenn der oben erwähnte Fall noch nicht als konstatiertes Factum vorliegt, so ist dieses wohl einfach dadurch bedingt, daß Versuche, welche diese Frage ganz exact entscheiden könnten, überhaupt noch nicht angestellt sind. Die nur fakultative Aufnahme organischen Materiales besteht aber

1) Mitgetheilt in einem Vortrage Cramer's „Ueber die insektenfressenden Pflanzen“. Zürich 1877, S. 34.

für gewisse Pflanzen in allen Fällen, und so weit es sich eben um organische Stoffe handelt, ist hier prinzipiell dasselbe, wie bei der ja auch nur fakultativen Nährstoffgewinnung durch Aufnahme animalischer Stoffe in fleischfressende Phanerogamen gegeben. Wie für die bis jetzt näher bekannten fleischfressenden Phanerogamen die Sachen liegen, kann nur nach vergleichendem, quantitativem Entwicklungsmaße darüber entschieden werden, ob die Insektenverdauung in der Ernährung überhaupt von Nutzen ist oder ob dieses vielleicht nur unter natürlichen Verhältnissen, etwa nicht zureichender Stickstoffnahrung halber, zutrifft. Sollte das erstere der Fall sein, so würde dann natürlich der Grund, warum die Fleischkost begünstigend wirkt, näher aufzuhellen sein, und man könnte u. a. daran denken, daß organische Stickstoffverbindungen für die Pflanze vortheilhafter als anorganische Stickstoffverbindungen wären.¹⁾

Ohne noch weitere Vergleiche anstellen zu müssen, geht aus dem bis dahin Mitgetheilten vollkommen klar hervor, daß die fleischfressenden Pflanzen in prinzipieller Hinsicht nichts bieten, was nicht in analoger Weise auch bei anderen Pflanzen gefunden würde. Auch die Ausscheidung von Stoffen, um damit Körper in lösliche und aufnehmbare Formen zu bringen, ist ein keineswegs seltener Vorgang, der z. B. in eclatanter Weise beim Keimen des Mais, der Dattel und anderer endospermhaltiger Samen gefunden wird, bei denen ein bestimmter Theil des Samenlappens das Sameneiweiß auslaugen.²⁾ Wenn auch kein einzelner Vorgang, welcher auf Fangen von Thieren und Aufnahme von Nährstoffen abzielt, den insektenfressenden Phanerogamen ausschließlich zukommt, so ist doch natürlich auch hier eine dem Zwecke angemessene spezifische Kombination von Faktoren gegeben.

Wir haben hier noch einige Gesichtspunkte zu erwähnen, welche für oder gegen die Bedeutung der Insektennahrung bei fleischfressenden Pflanzen geltend gemacht wurden. Schon Darwin wies auf die geringe Größe der Wurzeln bei *Drosera* und *Dionaea*, resp. auf das Fehlen der Wurzeln bei *Aldrovanda* und *Utricularia* hin und meinte, dem Mangel an Stickstoffverbindungen, welcher der geringen Ausdehnung der aufnehmenden Organe halber leicht auftreten möchte, beuge die Verdauung der gefangenen Insekten vor. Es ist diese Argumentation aber ohne Werth, da auch manche andere Sumpfpflanzen thatsächlich keine größere zur Aufnahme von Bodennahrung bestimmte Organe besitzen, und was die vorgenannten, in Wasser schwimmenden Pflanzen anbelangt, so können diese doch sicherlich der Wurzeln als Nährstoffe aufnehmender Organe entbehren, wenn Blätter und Stengel in diesem Sinne funktionieren; auch ist ja *Lemna arrhiza* eine zeitlebens wurzellose und verhältnißmäßig schnell wachsende Phanerogame. Allerdings wird die Zufuhr eines Nährstoffes aus gefangenen Insekten die Aufnahme desselben Nährstoffes aus dem

1) Vgl. hierüber diese Jahrbücher, Bd. III. S. 441. — Schenk's erwähnter Versuch mit *Aldrovanda* kann über eventuellen Nutzen von organischen Stickstoffverbindungen natürlich nichts aussagen.

2) Siehe die Jahrbücher Bd. V, S. 98.

umgebenden Boden oder Wasser herabdrücken können, aber nicht müssen, weil ja im allgemeinen der Konsum die Stoffaufnahme in quantitativer Hinsicht regulirt, und nur bestimmte Mengen eines Nährstoffes absolut nothwendig sind.

Wenn die Blätter von *Drosera* bei Darbietung größerer Fleischstückchen oder Insekten leiden, so wird man dieses wohl als die Folge einer Ueberreizung ansprechen können, denn einer solchen ist schließlich keine Funktion eines Organismus gewachsen. Die Blätter von *Dionaea* scheinen aber, wie die Versuche von Canby und Treat lehren, auch in ihrer Heimath, nach zwei- oder dreimaliger Verdauung normal zu Grunde zu gehen, während sie weit länger am Leben bleiben, wenn sie nicht zu verdauen hatten. Das zeitlich schnellere Absterben eines Organs nach vollbrachter Funktion ist übrigens keine isolirte Erscheinung und, um an ein bekanntes Beispiel anzuknüpfen, erinnere ich daran, wie die Blumenkrone mancher Blüthen weit länger besteht, wenn Befruchtung vermieden wird. Auch das erwähnte Verhalten der Blätter von *Dionaea* können wir nicht ohne weiteres widersinnig nennen und hätten wir eine vollständige Bilanz der gesammten Funktionen des Blattes und deren Beziehungen zur Pflanze vor Augen, so würde uns vielleicht das Absterben des Blattes nach einigen Verdauungen als das einfachste Mittel erscheinen, um mit möglichst wenig Aufwand für die Pflanze am meisten zu leisten.

Ohne Beeinträchtigung anderer Funktionen der Blattorgane geht das Insektenverdauen sehr gewöhnlich überhaupt nicht ab. Denn schon durch das Zusammenneigen reizbarer Blätter, sowie lokale Verdunklung durch die den Blättern von *Drosera* aufliegenden Gegenstände, wird die Kohlensäurezerlegung im Lichte im allgemeinen etwas herabgesetzt. Bei *Dionaea* wird sogar in Folge der Verdauung die Kohlensäurezerlegung sistirt oder auf ein geringes Maß reducirt, wenn die Beobachtung Fraustadt's¹⁾, daß unter diesen Umständen Stärke in den Chlorophyllkörnern verschwindet, Folge der unterbrochenen Assimilationsthätigkeit ist. Wenn solches auch wahrscheinlich scheint, so wird dieses doch auf anderem Wege endgültig festgestellt werden müssen, da das Schwinden der Stärke auch nur Folge der durch die Verdauung ja veränderten Stoffwechselprozesse sein könnte, während die Kohlensäurezerlegung faktisch fortbauerte.

Die fleischfressenden Phanerogamen führten uns 'auf grüne Pflanzen, welche nebenbei auch organische Stoffe zu ihrer Ernährung verwenden können, und es wird nun im Anschluß an jene vortheilhaft sein, einen gedrängten Ueberblick über die Aufnahme organischen Materiales in andern Pflanzen zu geben. Bekanntlich müssen ja chlorophyllose Pflanzen ihren ganzen Körper aus organischem Materiale aufbauen, welches als solches von Außen bezogen ist, während sehr viele grüne Pflanzen ohne jede Zufuhr organischer Stoffe normal gedeihen können. Zwischen diesen Extremen dürfen wir aber von vornherein alle möglichen verbindenden Glieder erwarten, und daß diese faktisch existiren, werden die in Folgendem mitgetheilten Beispiele lehren.

1) Beiträge zur Biologie von Cohn, Bd. II, Hft. 3, S. 64.

Auch zu den Phanerogamen zählen sich Chlorophyllose Pflanzen, wie z. B. *Epipogium Gmelini* (Orchidee), *Monotropa Hypopitys*¹⁾ und *Cuscuta*. Von diesen ist *Epipogium* ein echter Saprophyt, d. h. das gesammte organische Material wird todtem, organischem Materiale entnommen, welches dem Boden beigemischt ist, in welchem die Pflanze vegetirt; *Cuscuta* (die Flachsseide) hingegen ist ein echter Parasit, der in die lebenden Pflanzen, welche die windende *Cuscuta* umschlingt, Saugfortsätze sendet, dazu bestimmt, Nahrung dem Schmarotzer zuzuführen. *Monotropa* endlich kann sowohl Saprophyt als auch Parasit sein, denn nach Drude lebt die in dem Humusboden von Buchenwäldern sich findende Varietät normalerweise als Saprophyt, während die in Fichtenwäldern wachsende Varietät sich mittelst Saugorganen (Haustorien) an Fichtenwurzeln festsaugt. Es ist aber nicht daran zu zweifeln, daß diese letztere Abart nebenher auch saprophytischorganische Stoffe aufnimmt und jedenfalls muß sie dieses thun, während der Wurzelstock aus dem äußerst winzigen Samen zu erheblicher Größe heranwächst, ehe ein Ausaugen an die Fichtenwurzeln stattfindet. So bietet uns *Monotropa* eine Pflanze dar, welche sowohl parasitisch als auch saprophytisch, wie endlich auch gleichzeitig auf beide Weisen ihre organische Nahrung zu erlangen vermag. Beispiele dieser und ähnlicher Art würden übrigens reichlicher aufzuführen sein, namentlich wenn man die Pilze zu Rathe ziehen wollte.

Eine Pflanze, welche einen Theil ihrer organischen Nahrung als Saprophyt aufnimmt, einen gewissen Theil aber auch aus Kohlensäure und Wasser produziert, liegt in der schon früher erwähnten Orchidee *Neottia nidus avis* vor, welche in humosem Waldboden wächst. Diese Pflanze besitzt thatsächlich eine kleine Menge Chlorophyll²⁾ vermöge dessen sie auch bei Beleuchtung, wie Drude zeigte, etwas Kohlensäure zerlegt, aber viel zu wenig, um ihren ganzen Bedarf an organischen Stoffen selbst produziren zu können, wie dieses auch durch einen hier nicht weiter zu beschreibenden Versuch Drude's direkt erwiesen wurde. Wenn *Neottia* organische Nährstoffe gleichzeitig als Saprophyt und durch Assimilation der Kohlensäure bezieht, so begegnen wir in den in Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzenden Drobanchen solchen Pflanzen, welche ihre Nahrung parasitisch aufnehmen und einen kleineren Theil organischer Substanz durch Kohlensäurezerlegung bilden, denn es ist wohl nicht zweifelhaft, daß das thatsächlich in kleiner Menge vorhandene Chlorophyll³⁾ funktioniert. Ob Drobanchen nebenbei auch noch aus dem Boden Stoffe aufnehmen, läßt sich zur Zeit nicht entscheiden.

Wenn wir uns nun zu den reichliches Chlorophyll besitzenden Pflanzen wenden, so fällt das Kriterium, die unzureichende Produktion organischer Substanz, hinweg, welches die nothwendige Aufnahme organischer Stoffe in die vorerwähnten Pflanzen unabweislich vor Augen führt. Selbst für die bekannte Mistel, welche wie ein

1) Ueber diese Pflanzen vgl. D. Drude, Die Biologie von *Monotropa* und *Neottia* u. f. w. Göttinger Preisschrift 1873.

2) Wiesner, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 1872, Bd. VIII, S. 575 und Flora 1874, S. 73.

3) Siehe Wiesner, a. a. D.

ächter Parasit Senker in die Nester von Bäumen treibt, ist es zur Zeit noch nicht entschieden, ob sie überhaupt normalerweise organische Stoffe von ihrem Wirthe bezieht, und ebenso ist es für viele in Moderboden lebende Pflanzen zumeist noch ungewiß, ob sie organisches Material aufnehmen müssen oder dieses unter natürlichen Verhältnissen wenigstens thun.

Sicher giebt es solche Pflanzen, welche in gewissen Phasen ihrer Entwicklung organische Stoffe von Außen aufnehmen, später diese Quelle aber ganz entbehren können. Ausgezeichnete Beispiele dieser Art liefert die Entwicklung von Pflanzen aus mit Endosperm versehenen Samen. Bei diesen wird ja die Keimpflanze durch die Reservestoffe ernährt, welche aus dem nicht mit ihr verwachsenem Sameneiweiß in sie übertreten; weiterhin aber sind sehr viele grüne Pflanzen ohne jede Zufuhr organischer Stoffe in Wasser oder in Sand kultivierbar. In jugendlichen Entwicklungsphasen findet aber bei vielen dieser Pflanzen gleichzeitig autochthone Bildung organischer Substanz durch Kohlensäurezersehung und Aufnahme organischen Materiales aus dem sich noch entleerenden Sameneiweiß statt.

Auch unter anderen Verhältnissen ist Aufnahme von Außen in gewissen Entwicklungsphasen die einzige Quelle organischer Nahrung, während weiterhin die Produktion organischen Materiales aus Kohlensäure hinzutritt. So entwickelt sich das chlorophyllfreie Rhizom von *Corallorhiza innata*¹⁾ (einer Orchidee) in Waldboden aus winzigem Samen zu erheblicher Größe, und reichlich häuft sich Stärke in demselben auf, ehe ein blühender Stengel über den Boden tritt, welcher einen hier nur beschränkten Chlorophyllgehalt besitzt. Wenn dieserhalb die zeitlebens fort-dauernde Aufnahme organischer Substanz in *Corallorhiza* wahrscheinlichst ist, so läßt sich doch für die in prinzipieller Hinsicht sich ähnlich entwickelnde *Goodyera repens* (Orchidee) solches nicht aus gleichem Grunde annehmen, da hier die über den Boden tretende Sprosse reichlich Chlorophyll enthalten. Wie dem aber auch sei, in jedem Falle giebt es unter Orchideen Pflanzen, die alles organische Material saprophytisch beziehen, wie das schon vorhin erwähnte *Epigodium*, und andere, welche, wie *Neottia*, neben vorwiegender Aufnahme organischer Nährstoffe auch Kohlensäure assimiliren. Steht solches aber einmal als Thatsache fest, so ist es nur ein gradueller Unterschied, wenn bei anderen Pflanzen die durch Zersehung von Kohlensäure gewonnene organische Substanz relativ überwiegt. Die oben erwähnten Orchideen, sowie anderweitige Erfahrungen über Vorkommen und Cultur der Orchideen machen in der That wahrscheinlich, daß innerhalb der Glieder dieser Familie sich alle Abstufungen von strengem Saprophytismus bis zu Pflanzen finden, welche Aufnahme organischer Stoffe von Außen nicht mehr bedürfen, daß aber auch unter diesen letzteren solche vorkommen, welche unter natürlichen Verhältnissen ein gewisses Quantum organischen Materiales von Außen zu beziehen pflügen.

Auch für manche grüne Pflanzen aus anderen Familien ist eine Aufnahme organischer Stoffe aus dem Boden als ein normaler Vorgang wahrscheinlich. Ohne weiter die Wahrscheinlichkeitsgründe darlegen zu wollen, sei nur bemerkt, daß für

1) Näheres bei Reinke, Flora 1873, S. 179.

manche *Pyrolaceen*, *Aroideen*, *Farnkräuter* und *Moose* solches zutreffen dürfte. In allen diesen Fällen muß die experimentelle Forschung erst das entscheidende Wort sprechen und dieser bleibt es auch vorbehalten aufzuklären, warum manche *Moose* aus der Abtheilung der *Epladnaceen* nur auf den Excrementen bestimmter fleischfressender oder pflanzenfressender Thiere vorkommen.

Unter den grünen *Rhinanthaceen* scheinen Pflanzen repräsentirt zu sein, welche ein gewisses Quantum organischer Stoffe parasitisch aus Wurzeln oder Rhizomen anderer Pflanzen entnehmen, während sie zugleich reichlich Kohlenäure assimiliren und jedenfalls anorganische Nährstoffe mit ihren Wurzeln aus dem Boden beziehen. Viele *Rhinanthaceen*, wie z. B. *Euphrasia*, *Melampyrum*, *Rhinanthus*, ebenso *Thesium* (Familie der *Santalaceen*) entwickeln an dem zuweilen relativ recht kräftigen Wurzelsysteme Saugorgane (*Haustorien*), welche tief in das Gewebe der Wurzeln anderer Pflanzen eindringen¹⁾ und wenn die Möglichkeit zu diesem Parasitismus nicht geboten ist, scheinen die oben speziell genannten Pflanzen und auch noch andere Species aus diesen Familien nicht fortkommen zu können²⁾. Wenn dem aber so ist, dürfte es sich schließlich nur um Gewinnung organischer Stoffe oder, was ja damit inbegriffen ist, anorganischer Körper in organischer Verbindung handeln, denn anorganische Stoffe bietet ja der Erdboden faktisch dar, und zur Aufnahme sind die Wurzeln thatsächlich geeignet. Wenn nun auch *Regel*³⁾ mittheilt, es sei ihm die Kultur von *Pedicularis* und *Bartsia* gelungen, ohne daß Gelegenheit zu Parasitismus gegeben war, so ist damit doch nur für die benutzten Arten der fakultative Parasitismus festgestellt. Falls solches aber für andere grüne *Rhinanthaceen* nicht zutrifft, so wird innerhalb dieser Familie nicht nur fakultativer und nothwendiger Parasitismus repräsentirt sein, sondern auch eine graduelle Abstufung hinsichtlich des autochthon gebildeten und des als solches aufgenommenen organischen Materiales zutreffen, da *Lathraea squamaria*, welche wir auch hierher ziehen dürfen, ein jedenfalls sehr chlorophyllarmer Parasit ist. Uebrigens sei hier beiläufig daran erinnert, daß fakultativer Parasitismus mehrfach für Pilze bekannt ist, insofern Parasiten als *Saprophyten* leben können, resp. *Saprophyten* gelegentlich parasitisch ihre Nahrung finden.

Wurden im Vorausgegangenen Beispiele dafür angeführt, daß chlorophyllführende Pflanzen normalerweise organische Stoffe aufnehmen, und gewisse Phanerogamen ohne solche Zufuhr überhaupt nicht gedeihen können, so ist es doch andererseits ebenso gewiß, daß wohl die meisten chlorophyllhaltigen Pflanzen ohne jede Zufuhr organischen Materiales normal fortzukommen vermögen. Wenn nun auch thatsächlich

1) Näheres über die Art und Weise des Eindringens ist zu finden in einer Abhandlung von *Solms-Laubach* in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik 1867 — 68, Bd. VI.

2) Versuche in dieser Richtung sind z. B. angestellt von *Decaisne* (*Ann. scienc. naturell* 1847, III ser., Bd. VIII, p. 2) und *Henkelow* (*Bot. Jtg.* 1849, S. 14). — *W. D. Foëe* (*Abhandlg. d. naturw. Vereins zu Bremen* 1875, IV, S. 278) sucht es wahrscheinlich zu machen, daß auch unsere einheimischen *Polygala*-Arten derartige Wurzelschmarotzer sind.

3) Die *Schmarotzergewächse* u. s. w. Zürich 1854, S. 34.

solche grüne Pflanzen ohne die autochthon aus Kohlensäure und Wasser gebildeten organischen Stoffe nicht leben können, so ist doch damit die fakultative Aufnahme organischen Materiales von Außen nicht ausgeschlossen, auch dann nicht, wenn die Pflanzen unter normalen Verhältnissen gar nichts Organisches aus den sie umgebenden Medien beziehen. Die mögliche Ernährung der Getreidearten und anderer Pflanzen mit stickstoffhaltigen organischen Körpern als einzige Stickstoffquelle demonstrieren eine solche fakultative Aufnahme organischer Substanz und gemäß den Gesetzen, welche die Stoffaufnahme beherrschen¹⁾, muß ein jeder gelöste Stoff in die Pflanze eintreten, wenn derselbe die an das Außenmedium grenzenden Zellwände imbibirt und muß auch in den lebenden Zellinhalt dann seinen Weg finden, wenn ihm die diosmotisch maßgebende Begrenzungs-schicht des Protoplasma-körpers (Plasmamembran) den Durchtritt gestattet. Gelangt so in die Pflanzenzelle ein Körper, welcher in dem Stoffwechsel verwendbar ist, so wird er auch ohne Frage verwandt werden können. Denn die chlorophyllfreie Zelle bezieht alles Organische als solches aus ihrer Umgebung und wird doch z. B. an Zuckertheilchen, falls diese eben identisch sind, nicht mehr unterscheiden können, ob dieselben von Außen in die Pflanze gelangten oder in der Pflanze selbst aus Kohlensäure und Wasser gebildet wurden.

Wenn aber auch der Eintritt eines organischen Körpers in die Zellen möglich ist, so wird dennoch vielleicht von diesem nichts oder nur eine verschwindende Menge in die Zelle treten. Ohne auf diese Punkte näher einzugehen, sei daran erinnert, daß Anhäufung eines Stoffes in der Zelle davon abhängt, ob der zugeleitete Körper geeignete Metamorphosen erleidet. Selbst dann, wenn solche möglich sind, müssen dieselben nicht unter allen Umständen eintreten, und man kann sich z. B. vorstellen, daß in einem gegebenen Falle autochthone Assimilationsprodukte weit leichter verarbeitet würden, als von Außen zuführbare organische Stoffe, die dann in Folge dessen vielleicht gar nicht in den Stoffwechsel gezogen werden und von denen nun im höchsten Falle nur soviel eindringt, als zur Herstellung des osmotischen Gleichgewichts nothwendig ist. Trifft aber solches zu, dann muß die Ausgiebigkeit der Produktion organischer Substanz aus Kohlensäure und Wasser ein Regulator für die Ansammlung des aufnehmbaren und fakultativ verwendbaren organischen Stoffes werden, und analoges ist überall da ins Auge zu fassen, wo mehr als eine Quelle für den Bezug äquivalenter Baustoffe zu Gebote steht. Auch bei den fleischfressenden Phanerogamen kann und wird die Zufuhr organischer Stickstoffverbindungen aus gefangenen Insekten auf die Menge der aus dem Boden bezogenen Stickstoffnahrung von Einfluß sein.

Aufgabe der Physiologie ist es, sowohl die fakultative Ernährung, wie auch die reale Gestaltung der Ernährung unter den in der Natur gegebenen Bedingungen ins Auge zu fassen. Beides sind zwar miteinander innig verknüpfte, aber doch auch unter Umständen streng auseinander zu haltende Fragen, und daß die Confundirung beider der klaren Auffassung eines Gegenstandes hinderlich sein kann, dafür kann

1) Vgl. meinen Aufsatz „Wanderung organischer Baustoffe“ u. s. w. im V. Bd. (1876) dieser Jahrbücher, S. 113.

die Diskussion darüber, ob die Getreidearten und andere Kulturpflanzen organische Stoffe von Außen aufnehmen oder nicht, Belege liefern.

Bekanntlich war vor 1840 die herrschende Meinung, die Kulturpflanzen hätten zu ihrem Gedeihen mindestens den Bezug einer nicht unbeträchtlichen Menge organischer Stoffe nöthig bis dann Liebig so epochemachend auftrat und einfach gestützt auf bekannte Thatsachen mit unerbittlicher Logik das alte Truggebäude zertrümmerte. Der experimentelle Beweis, daß grüne Pflanzen thatsächlich in einem Boden gedeihen können, welcher keine organischen Stoffe enthält, wurde dann zuerst von Boussingault geliefert, aber die fakultative Aufnahme organischer Stoffe ist damit nicht ausgeschlossen, und aus Liebig's Argumentation folgt nicht, daß die Kulturpflanzen niemals eine geringe Menge organischer Stoffe aus dem Boden beziehen. Allerdings bereichern die Wurzelreste und Wurzeln, welche beim Bebauen eines Feldes mit Getreide nach der Ernte zurückbleiben, den Boden an Humus, aber das würde doch natürlich auch dann noch zutreffen können, wenn eine begrenzte Menge organischer Substanz aus dem Boden in die Pflanze trat, während alle Pflanzentheile wesentlich nur auf Kosten autochthoner Assimilationsprodukte an Masse zunehmen. Nothwendig ist aber eine solche Aufnahme organischer Stoffe für das Gedeihen der Kulturpflanzen nicht, und ob eine derartige geringe Zufuhr organischen Materiales unter natürlichen Verhältnissen vorkommt, ist noch nicht entschieden; wenn solches aber auch zutreffen sollte, so hat doch eine so geringfügige Aufnahme für die landwirthschaftliche Praxis keine Bedeutung. Da hier auch die Natur der sich anbietenden Stoffe in Betracht kommt, so müßte ein jeder Fall speziell ins Auge gefaßt werden, doch hat auch die Wissenschaft kein besonderes Interesse daran solche Details zu erfahren, wenn die fakultative Aufnahme organischer Materiales feststeht. Daß die im allgemeinen negativ ausgefallenen Versuche mit Lösungen von Humusstoffen keinen Beweis gegen Aufnahme organischer Stoffe aus dem Boden abgeben können, habe ich wohl nicht nöthig speziell hervorzuheben.

Die in Pflanzen eintretenden Körper werden entweder schon in gelöster und aufnehmbarer Form dargeboten oder in solche erst durch die von der Pflanze ausgehenden Aktionen übergeführt, wie dieses ja auch bei den fleischfressenden Pflanzen geschieht und überhaupt, worauf schon eingangs hingewiesen wurde, vielfach verbreitet ist. In solchen Fällen handelt es sich darum, daß ein oder einige Produkte des Stoffwechsels aus dem lebenden Zellinhalt (aus dem Protoplasmakörper) heraustreten, ein Vorgang, der ja nichts absonderliches bietet, da er im Prinzip sich bei allen Stoffwanderungen aus einer Zelle in die andere abspielt.

Die mannigfachen Stoffmetamorphosen innerhalb der Pflanze sind ja stets die Folge irgend eines Anstoßes, und vielfach werden die chemischen Umwandlungen von Fermenten herrühren, welche die Zersetzung einer gegen ihre eigene Masse verhältnißmäßig sehr großen Menge eines anderen Stoffes zu bewirken vermögen. Es ist nun freilich nicht gesagt, daß in der lebenden Zelle wirksame Stoffe außerhalb der Zelle gleichsinnige Stoffmetamorphosen hervorrufen müssen, da in jener besondere Bedingungen gegeben sind, welche nöthigenfalls integrierende Faktoren der

Wirksamkeit bilden können; doch lehrt die Erfahrung, daß auch außerhalb der Zellen Wirkungen verschiedener und spezifischer Art durch Secrete zu Stande kommen.

Die Wirkung von Pilzen auf ihr Substrat beruht, wie ich schon früher darlegte, auf spezifischen Ausscheidungen, unter welchen jedenfalls Säure, diastatische (auf Stärke wirkende) und Eiweißstoffe angreifende Fermente vorkommen. Das Eindringen von Pilzen in die Häute tochter Zellen und in Stärkekörner, ebenso die Wirkung auf geronnenes Eiweiß, zeigen wie in diesen Fällen das was zur Auflösung der fraglichen Stoffe nöthig ist, von dem Pilze selbst secernirt wird, während allerdings bei den auf oder in lebenden Organismen vegetirenden Pilzen ins Auge zu fassen ist, daß ein Secret nicht für sich, sondern erst im Vereine mit bestimmten, von der Nährpflanze produzierten Stoffen wirken könnte. Wenn erfahrungsgemäß Pilze gewöhnlich nur in bestimmte Organismen einzudringen vermögen, so ist, da wo es sich um Durchbohrung von Häuten handelt, nicht nur die spezifische Qualität dieser Haut an sich und die Zuführung bestimmter Nährstoffe seitens des Wirthes als Ursache ins Auge zu fassen, sondern auch zu beachten, daß die die Zellhaut imbibirenden Stoffe die lösende Aktion des Pilzes in chemischer oder physiologischer Hinsicht unterstützen könnten.

Wie höhere und niedere Pflanzen vermöge der in den Zellhäuten von Wurzeln und Wurzelhaaren imbibirten Säure auf Substrate einwirken, ist ja allbekannt, und phanerogamische Parasiten, wie Mistel, *Cuscuta* u. a., zeigen durch ihr Eindringen in andere Pflanzen, daß auch bestimmte Organe gewisser Phanerogamen wenigstens auf Zellhäute lösend wirken können. Ebenso gehen bei der Keimung eiweißhaltiger Samen von dem Embryo Wirkungen aus, welche auf Stoffmetamorphosen der im Endosperm aufgespeicherten Reservestoffe und damit auf Aufnahme dieser in die sich entwickelnde Pflanze hinarbeiten. Indem ich hinsichtlich der thatsächlichen Vorgänge bei Keimung und Stoffwanderung auf die entsprechenden Kapitel der Lehrbücher und auf den öfters citirten Aufsatz im fünften Bande dieser Jahrbücher hinweise, werde ich hier nur in gedrängten Zügen skizziren, was sich zur Zeit im wesentlichen über die Secretion von wirkenden Stoffen aus dem Embryo in das diesem nur lose anliegende Endosperm sagen läßt.

Ueber Eintritt eines wirkenden Stoffes vom Embryo aus in das Endosperm lassen z. B. die Keimungsvorgänge bei Mais und Dattel, wie schon Sachs hervorhob, keinen Zweifel, welche Art aber der übertretende Körper ist, darüber erlauben die thatsächlichen Stoffmetamorphosen kein definitives Urtheil zu fällen. Denn es wäre ja möglich, daß durch solchen Uebertritt z. B. nur der Anstoß zur Wirkung von Fermenten gegeben würde, welche im Sameneiweiß vorhanden waren oder während der Keimung gebildet wurden. In einem solchen Falle läge etwas Aehnliches vor wie bei *Nepenthes*, wo die in den Kannen enthaltene Flüssigkeit zwar das Ferment enthält, aber erst nach Zutritt von Säure verdauende Wirkungen ausüben vermag. Bei *Mirabilis Jalapa* findet indeß nach van Tieghem's¹⁾ Versuchen Ausscheidung eines diastatischen Fermentes aus den Samensappen statt,

1) *Annales d. scienc. naturelles* 1875, V ser, Bd. 17, p. 214.

indem Lösungsvorgänge an den Stärkekörnern bemerkt wurden, welche an Stelle des hinweggenommenen Endosperms in die hier nadenförmig zusammengefalteten Cotyledonen gebracht worden waren. Nach van Tieghem's Versuchen darf man auch vermuthen, daß auf Eiweißstoffe wirkendes Ferment secernirt wird, doch sind die Experimente in dieser Richtung nicht entscheidend, wie ich hier nicht im näheren darlegen will.

Vermuthlich verhält es sich ähnlich wie bei *Mirabilis* mit den Secretionsvorgängen aus dem Embryo in das Endosperm bei Mais, Dattel und vielen anderen Samen, indeß dürfen die an *Mirabilis* gewonnenen und noch zu gewinnenden Erfahrungen nicht ohne weiteres auf alle endospermhaltige Samen ausgedehnt werden, es ist vielmehr als gewiß anzusehen, daß bei gewissen Objecten Stoffmetamorphosen theilweise oder ganz unabhängig von dem Embryo eingeleitet werden. Das darf man z. B. von vornherein für das Endosperm von *Ricinus* erwarten, welches, wie schon H. v. Mohl¹⁾ zeigte, beim Keimen des Samens ein selbständiges Wachsthum ausführt. Wie van Tieghem²⁾ jüngst mittheilte, gehen denn in der That Wachsthum und überhaupt die einleitenden Stoffmetamorphosen auch dann vor sich, wenn das vom Embryo abgetrennte Endosperm von *Ricinus* feucht gehalten wird.

Wenn nun van Tieghem allgemein annehmen zu können glaubt, daß bei oelhaltigem Samen die Stoffmetamorphosen im Endosperm unabhängig von einem Secrete des Embryos sich abspielen, während umgekehrt in Samen mit stärkehaltigem oder hornartigem Endosperm die Stoffmetamorphosen von einer solchen Einwirkung der Embryos ganz und gar abhängen, so dürfte diese Verallgemeinerung doch schwerlich durch die Erfahrung bestätigt werden. Es ist vielmehr anzunehmen, daß nebenbei auch bei gewissen oelhaltigen Samen, vielleicht auch bei *Ricinus*, wirksame Stoffe vom Embryo in das Endosperm eintreten, und in oelarmen Samen dürften manche Stoffmetamorphosen unabhängig vom Embryo möglich sein. Das Endosperm besteht ja aus lebenden Zellen, und dieserhalb sind in isolirtem Sameneiweiß gewisse, wenn unter Umständen auch nur geringe Stoffmetamorphosen immerhin möglich, wie ja auch aus dem organischen Verbinde gerissene Zellen oder Zell-complexe höherer Pflanzen in einem spezifisch differenten Maße Wachsthumsvorgänge und Stoffmetamorphosen ausführen, wenn ihr normales Funktioniren und ihr Fortbestand auch daran geknüpft sein kann, daß sie in Wechselwirkung mit den anderen Geweben stehen, welche zusammengenommen den gegliederten Pflanzenkörper konstituiren.

Bei den fleischfressenden Phanerogamen haben wir erfahren, wie die Secretion von Säure (*Drosera*, *Pinguicula*) oder gleichzeitig von Ferment und Säure (*Dionaea*) durch chemische Einflüsse erst erzeugt wird. Es ist zwar nicht bekannt, ob bei den secernirenden Samenlappen keimender Pflanzen die Ausscheidung der wirkenden Stoffe von äußeren Einflüssen abhängig ist, indeß ist solches als möglich nicht nur hier, sondern überall da ins Auge zu fassen, wo durch Secrete Wirkungen nach Außen ausgeübt

1) Botan. Zeitung 1861, S. 257.

2) Comptes rendus 1877, Bd. 84, p. 582.

werden. Es ist dieses im Grunde genommen nur ein spezieller Fall der Wechselwirkungen, welche die in Verband stehenden Elementarorgane aufeinander ausüben, und gar oft mag hierbei der von einer Zelle ausgehende Anstoß dieser einen Impuls zurücktragen, welcher erst als Folge jenes Anstoßes von dem beeinflussten Elementarorgan ausging.

In wie weit Saprophyten vermöge Secretionsvorgängen organische Stoffe in lösliche und aufnehmbare Form überführen können, ist eine noch nicht genügend zu beantwortende Frage. Wenn Schimmelpilze an Stückchen geronnenen Eiweißes, welches sie umwuchsen, Lösungerscheinungen hervorrufen, so ist dieserhalb die fakultative Gewinnung von organischen Nährstoffen durch lösende Wirkung in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. Was saprophytische Phanerogamen anbelangt, so ist, wie mitgetheilt wurde, *Monotropa* im Stande, als Saprophyt und Parasit zu leben und wenn sie in diesem Falle die lösende Secretion durch Eindringen in die Wurzeln der Nährpflanze demonstirt, so mag wohl auch in humosem Boden lösende Wirkung auf gewisse in Contact kommende organische Fragmente ausgeübt werden, und dieses wird auch für *Goodyua repens* (Orchidee) zutreffen, da die aus dem Rhizom entspringenden Haare sich gelegentlich, nach Drude, in abgestorbene Fichtennadeln einbohren. Auch scheint ja die Zellohaut lebenthätiger Wurzeln allgemein mit Säure imbibirt zu sein, und schon dieserhalb mag wohl ein oder der andere organische Stoff in aufnehmbare Form gebracht werden.

Wenn sich auch obigen Betrachtungen noch weitere anreihen ließen, so würde doch durch diese die Art und Weise der Aufnahme organischer Stoffe in die saprophytischen Phanerogamen in kein helleres Licht gesetzt werden. Auch die von Trnitsch¹⁾ für *Epipogium Gmelini*, von Reinke²⁾ für *Corallorhiza innata* mitgetheilte Beobachtung, daß die Rhizome dieser Pflanzen gelegentlich auch in Lehmboden vorkommen, welcher von abgefallenem Laube bedeckt ist, kann die Sachlage nicht wesentlich klären. Denn vorausgesetzt, daß der Boden von organischen Fragmenten ganz frei ist, so sind doch in demselben organische Stoffe in erheblicher Menge und zum guten Theil, wenn nicht ganz, ungelöst, d. h. absorbirt enthalten. In letzterem Falle würde dann die Pflanze die organischen Stoffe in analoger Weise wie die absorbirten anorganischen Nährstoffe beziehen, und dieserhalb braucht eine lösende Wirkung nach außen keine nothwendige Bedingung zu sein. Es ist zwar möglich und naheliegend, daß der Pflanze gelöste und nicht absorbirbare Stoffe von den verwesenden Blatttheilen zugeführt werden, doch ist es jedenfalls ungerechtfertigt a priori zu behaupten, wie das wohl geschehen, eine Ernährung dieser Phanerogamen durch Humusstoffe sei unmöglich. Denn absolut unlöslich sind die Humusstoffe nicht, und in dem Bodenwasser findet sich nachgerade oft ebensoviel organische Substanz als Kieselsäure, welche doch reichlich genug in manche Pflanzen eintritt, und endlich ist die lösende Wirkung auf Humusstoffe durch die Saprophyten ein immerhin möglicher Vorgang.

1) Beiträge zur Morphologie und Biologie d. Orchideen 1853, S. 51.

2) Flora 1873, S. 180.

In Rhizom und Wurzel saprophytischer Orchideen scheint sehr gewöhnlich ein Pilz vorzukommen, dessen Mycel sich, wenigstens bei *Neottia nidus avis*, in lebenden Zellen findet und aus diesen Fäden nach Außen sendet, welche ähnlich wie Wurzelhaare organischen und anorganischen Bodentheilchen sich anlegen und wohl auch damit verwachsen¹⁾. Hier kann man in der That nicht umhin anzunehmen, daß eine Association vorliegt, aus welcher auch die bewirthende Orchidee Nutzen zieht, indem sie von dem parasitisch und saprophytisch lebenden Pilze Nährstoffe empfängt, welche die Pilzfäden aus dem Boden aufnehmen. Bei *Neottia* würden dann die Pilzfäden die nach Prillieur hier immer fehlenden Wurzelhaare gewissermaßen ersetzen, bei anderen Orchideen im Vereine mit den Wurzelhaaren wirken. In *Neottia* scheint der fragliche Pilz in der That ein konstanter Gast zu sein, wenigstens fand ihn Prillieur überall, und auch ich habe in allen *Neottia*-pflanzen, welche ich in den verschiedensten Gegenden untersuchte, die Pilzfäden stets angetroffen. Auch in anderen saprophytischen Orchideen scheinen nach Prillieur, Schacht u. a. und soweit meine eigene Erfahrung reicht, Pilzfäden konstant vorzukommen. Ich bin zwar überzeugt, daß diese Orchideen auch ohne solche Pilze bestehen können, indeß ist damit nicht ausgeschlossen, daß die Pilzfäden, da wo sie vorhanden sind, ihrem Wirth Nutzen bringen.

Das Zusammentreten von Algen und Pilzen in den Flechten ist übrigens in weit auffallender Weise ein Convivium, welches zu beiderseitigem Vortheil der sich vereinigenden Organismen ausschlägt. Uebrigens ist auch ein Zusammenleben zweier oder gar einiger Pilze, dessen physiologische Seite freilich noch im näheren aufzuhellen ist, bekannt, seitdem de Bary zeigte, wie *Cicinnobulus* in den Hyphen von *Erysiphe* vegetirt und Brefeld darthat, daß einige auf *Mucor* schmartzende Pilze fast konstante Begleiter dieses sind.

So wenig aufgeklärt im speziellen die Art und Weise der Aufnahme organischer Stoffe in die Pflanze ist, so trafen wir doch in den verschiedensten Fällen auf eine von der aufnehmenden Pflanze ausgehende Aktion, welche auf Löslichmachen des Organischen hinarbeitet. Mit am besten ist zur Zeit ein solches durch Secretion von Ferment und Säure ermitteltes Löslichmachen bei den fleischfressenden Pflanzen bekannt, doch haben wir ja gesehen, wie analoge Vorgänge in verschiedenen anderen Fällen mit Sicherheit thätig sind. Sobald wir nur das Ziel des Insektenfangens nicht über die allerdings oft wunderbaren Anpassungen zum Einfangen übersehen und uns namentlich auch der von animalischen Stoffen lebenden Pilze erinnern, wird uns sogleich die Acquisition organischer Nährstoffe durch die fleischfressenden Phanerogamen als ein spezieller Fall der Aufnahme organischer Stoffe überhaupt entgegentreten. Daß organische Stoffe, welche bereits dem animalischen Organismus incorporirt waren, in Pflanzen zurückkehren, ist ja für Pilze lange bekannt, und

1) Vgl. Prillieur in *Annales d. scienc. naturelles*. 1856, IV ser, V, p. 272.

öfters werden dem Boden beigemengte animalische Stoffe in saprophytische Pflanzen eintreten. Nach wie vor führen sich alle organischen Baustoffe auf unserem Planeten auf die grüne Pflanze, auf die Produktion organischer Substanz aus Kohlensäure und Wasser in dieser zurück, aber im stetigen Kreislauf des Stoffes kann ein organisches Stofftheilchen abwechselnd integrierender Bestandtheil im Pflanzen- und Thierkörper werden, ehe es wieder in anorganische Körper zerfällt, welche nur die Arbeit des Lichtes in der chlorophyllführenden Pflanze zu organischen Stoffen zu verjüngen vermag.
