gleich. Bekanntlich hat Marezeau früher die Salzsäure zur Entdeckung der Kartoffelstärke im Mehl vorgeschlagen, wegen des starken Geruches von Ameisensäure, welchen die Kartoffelstärke, bei der Berührung mit Salzsäure, entwickelt; da dieses Verhältniß aber ebenfalls bei Reismehl und Salep eintritt, so kann man auf diese Weise also die Einwirkung der Salzsäure nicht benutzen.

Ueber die Ernährung der Pflanzen; von Th. de Saussure.

Unter den Fragen, die der *Congres scientifique de France* zur Beantwortung aufstellte, findet sich die folgende:

„Können die ternären oder quaternären organischen Substanzen, nachdem sie durch die Wurzeln der Pflanzen absorbirt worden, von letzteren assimilirt werden?“

Indem man sich darauf beschränkte, die Assimilation der ternären und quaternären Substanzen in Frage zu stellen, hat man mit Recht angenommen, daß die Fixirung der Elemente des Wassers, und die Zersetzung der Kohlensäure durch die Pflanzen hinreichend bewiesen sind.

Unter den ternären und quaternären organischen Substanzen, welche zur Ernährung der Pflanzen dienen können, muß man den Humus und die in fruchtbarer Erde enthaltenen, in Wasser löslichen, organischen Materien als die für die Theorie der Düngung am wichtigsten betrachten; mit diesen Substanzen werde ich mich beschäftigen.

Der reine Humus ist in Wasser unlöslich, wenn ich aber von seiner Fähigkeit, zur Ernährung der Pflanzen zu dienen, spreche, so verstehe ich hierunter seine Lösung in Alkalien.

Die Zusammensetzung des Humus ist nicht beständig, der

Stickstoff kann darin fehlen, aber in seinem natürlichen Zustande, wie in dem Torfe, ist er gewöhnlich stickstoffhaltig. Man glaubt allgemein, daß er sich in reinem Wasser bilden kann, es ist aber die Mitwirkung des Sauerstoffs oder gewisser Verbindungen, wie der schwefelsauren Salze oder der Schwefelverbindungen zu seiner Bildung erforderlich. Ich hielt mehrere Jahre hindurch Sägespäne von Tannen in luftleerem Wasser unter einem mit Quecksilber gesperrten Recipienten; die Farbe des Holzes hatte keine Veränderung darin erfahren; man weiß aber, wie leicht seine Farbe unter den gewöhnlichen Umständen verändert wird.

Die Haupteigenschaften des Humus sind seine schwarze Farbe, seine leichte Löslichkeit in kohlensauren Alkalien, die dunkle Farbe dieser Auflösungen, die Fällung des Humus durch verdünnte Salzsäure in Gestalt eines braunen, flockigen Pulvers.

Ehe man von der Assimilation des Humus durch die Pflanzen spricht, wird man bemerken, daß die vorgelegte Frage eine Voraussetzung einschließt, die wir einer Prüfung unterwerfen müssen. Sie setzt voraus, daß die in dem Boden enthaltenen organischen Substanzen von den Wurzeln absorbiert werden; diese Absorption ist aber nicht bewiesen, sie wird sogar von einigen Schriftstellern, vorzüglich von Hrn. Hartig in der organischen Chemie, welche Hr. Liebig, einer der ausgezeichnetsten Chemiker unserer Zeit, zur Stütze dieser Ansicht herausgegeben hat, förmlich geläugnet.

Man wußte indessen aus den Versuchen, die mit gefärbten Flüssigkeiten angestellt worden, um den Weg zu bestimmen, welche der Saft in den Pflanzen nimmt, daß letzterer in den Holzgefäßen bis in die Knospen und die Blätter steigt; aber der größte Theil dieser Resultate wurde an Pflanzen ohne Wurzeln, und mit Auflösungen, die nicht immer zur Ernährung der Pflanzen geeignet waren, was man nicht untersuchen wollte, erhalten.

Um zu erfahren, ob Dammerdeextract oder Humusaufsö-
s-

gen von den Pflanzen als Nahrungsmittel absorbirt werden können, hat Herr Hartig folgende Versuche angestellt. Er nährte Bohnenpflänzchen in Proberöhrchen von 9 Millimètres Durchmesser und 81 Millimètres Höhe mit einer stark gefärbten Auflösung von humussaurem Kali. Sie waren mit $5\frac{1}{2}$ Grammen dieser Flüssigkeit gefüllt; die 135 Millimètres hohen Pflanzen trieben Wurzeln; sie absorbirten in 24 Stunden oft das Doppelte ihres Gewichts von der Flüssigkeit. Man ersetzte jeden Tag die absorbirte Flüssigkeit durch destillirtes Wasser. Bei diesem Ersatz fand man nach einem Monat die Intensität der Farbe des humussauren Kalis nicht vermindert. Die Wurzeln (sagt der Verfasser) haben also das Wasser mit Ausschluss des Humus absorbirt. Die Analyse der rückständigen Flüssigkeit zeigte eine Gewichtsverminderung des Humus von nur $1\frac{1}{2}$ Milligrammen. Herr Hartig findet, daß diese unbedeutende Gewichtsabnahme theilweise daher rührte, daß sich ein Theil des Humus in Gestalt von Flocken auf die Würzelchen der Pflanzen abgesetzt hatte.

Dieselben Proberöhrchen, in welche man die nämlichen Pflanzen gebracht hatte, wurden sodann mit einer filtrirten Abkochung von Dammerde gefüllt. Die Flüssigkeit klärte sich nicht nach Verlauf von drei Wochen durch die Vegetation. Auch bei Anwendung des humussauren Ammoniaks oder Natrons, womit er diese Versuche machte, nahm Hr. Hartig weder eine Gewichtsabnahme der aufgelösten Materie, noch eine Entfärbung des Rückstandes nach der Absorption wahr.

Die Resultate der Versuche über das Wachsthum sind zu sehr der Veränderung unterworfen, um sie anzunehmen, ohne sie vorher einer strengen Prüfung unterworfen zu haben. Die Beschreibung der Versuche des Hrn. Hartig läßt vermuthen, daß die Wurzeln der Pflanze, die er zu seinen Versuchen verwendete, nicht gesund waren, 1) weil, während die Stengel eine Höhe von 135 Millimètres erreichten, die Wurzeln in einer Röhre von 9 Millimètres Durchmesser und 81 Millimètres Höhe, zusam-

mengedrückt waren; 2) weil sie der Einwirkung der Luft ausgesetzt blieben, nachdem sie zum großen Theil die in der Röhre enthaltene Flüssigkeit erschöpft hatten; 3) weil die schwarze Farbe ihrer Enden zeigt, daß sie in einem Zustand von Zersetzung waren.

Ich habe diese Versuche wiederholt, indem ich ein ähnliches Verfahren beobachtete, wobei ich aber die angeführten Nachtheile vermieden habe

*Absorption des humussauren Kalis durch Bohnen *).*

Die Wurzel der Pflanze wurde in eine Proberöhre von 22 Millimètres innerem Durchmesser und 130 Höhe gebracht, welche eine dunkelbraun gefärbte Auflösung von humussaurem Kali (humate de potasse carbonatée), oder 7 Centigr. trocknes humussaures Salz, nach der Analyse 18 Milligrammen Humus enthielt. Zur Seite der angeführten Pflanze hatte man ein gleiches Gefäß mit einer Auflösung des humussauren Salzes gestellt, um zu beobachten, welche Veränderung dieselbe ohne Pflanze, durch Verdunstung und die Einwirkung der Luft erleiden würde.

Nach 14 Tagen hatte das ursprüngliche Gewicht der Pflanze von 11 Grammen um 6 Grammen zugenommen. Sie hatte 135 Grammen Flüssigkeit absorbirt. Die absorbirte Flüssigkeit wurde jeden Tag durch destillirtes Wasser ersetzt. Die Pflanze hatte ihre weißen Wurzeln zu ihrer ganzen Länge getrieben: es hatte

*) Der Kürze wegen nenne ich humussaures Kali eine zusammengesetztere Verbindung, die das Resultat einer Verbindung des kohlensauren Kalis mit Humus ist, und welcher Pflanzensubstanzen, die durch einen niedrigen Grad von Gährung verändert sind, eingemengt sind. Das humussaure Salz wurde durch mehrere Minuten langes Kochen von gesiebter Dammerde von Mendon mit der Hälfte ihres Gewichtes doppeltkohlensaures Kali und der 40fachen Gewichtsmenge des letzteren Wasser bereitet. Die Auflösung wurde sodann mit einer hinreichenden Menge Wasser, um ein gutes Wachstum zu unterhalten, verdünnt, eine Menge, die je nach dem Alter oder der Art der Pflanze wechselte.

sich weder auf ihr, noch in der Flüssigkeit ein Absatz gebildet. Letztere hatte eine bemerkliche Entfärbung erlitten, wie sie sie ungefähr erleidet, wenn man sie mit ihrem zweifachen Volumen Wasser verdünnt. Diese Resultate sind so schlagend, so leicht zu erhalten, daß sie demjenigen, welcher sie zu erhalten sucht, keinen Zweifel lassen können.

Die nach dem Wachsthum der Pflanze übrig bleibende Flüssigkeit hinterließ bei dem Abdampfen auf dem Wasserbad 2 Centigrammen humussaures Kali, welche 9 Milligrammen Humus enthielten, eine Quantität, welche der von der Pflanze absorbirten gleich seyn mag.

*Absorption des humussauren Kalis durch gemeinen Knöterig
(polygonum persicaria).*

Ich tauchte in eine Auflösung von 430 Kubikcentimètres humussaures Kali, die Wurzeln einer Pol. pers., welche 20 Grammen wog; ihrer Eigenschaften einer Sumpfpflanze wegen ist sie viel mehr, als die Bohne, zu Untersuchungen dieser Art geeignet.

Diese 430 Kubikcentimètres Auflösung enthielten 0,73 Grammen trocknes humussaures Salz; die absorbirte Flüssigkeit wurde nicht ersetzt. Nach Verlauf von 10 Tagen war die zurückbleibende Flüssigkeit bis auf 65 Kubikcentimètres vermindert; ihre Farbe war dunkler, als die der ursprünglichen Lösung, weil die gesunden Pflanzen das Wasser in größerer Menge, als die darin gelösten Substanzen absorbiren.

Die Pflanze hatte $3\frac{1}{2}$ Grammen an Gewicht zugenommen. Das trockne humussaure Salz, welches sie absorbirt hatte, mußte, nach dem Gewicht des Rückstandes, 0,352 Grammen wiegen, welche 43 Milligrammen Humus, nach der Analyse der humussauren Salze vor und nach der Absorption, da die Zusammensetzung nicht constant ist, enthielten.

Absorption des Dammerdeextracts durch Polygonum persicaria).*

Ich macerirte zwei Tage lang gesiebte Heidedammerde von Meudon in der Hälfte ihres Gewichtes Regenwasser; 100 Grammen der filtrirten Flüssigkeit gaben, nach dem Eindampfen auf dem Wasserbad, einen braunschwarzen, nicht sauren Extract, welcher warm 0,388 Grammen wog, ein Gewicht, welches unbestimmt ist. Diese Substanz, sowie der größte Theil der Extracte von Pflanzenerden, enthält keinen fertig gebildeten Humus, aber ihre wässrige Lösung setzt beim Verdunsten einen Absatz, der nur eine Art Humus ist, ab; man muß daher diese Extracte nicht für Humusaufösungen ansehen, sondern eher als Materien, welche fähig sind, Humus zu erzeugen. Diese Extracte, besonders die letzteren, sind sehr reich an Stickstoff.

12 Centigrammen dieses Extracts wurden mit 100 Grm. Wasser angerührt; die Hälfte der filtrirten Auflösung nährte zwei Pflanzen (Pol. pers.); die andere, in einem ähnlichen Gefäßs enthaltene Hälfte, erhielt keine Pflanze. Nach Verlauf von neun Tagen (während denen man die absorbirte Flüssigkeit durch Wasser ersetzte), wurden die Pflanzen in sehr gesundem Zustande, nachdem sie um 7 Centimètres länger geworden und lange

*) Die fruchtbare Dammerde, wovon hier die Redo ist, braust mit Säuren nicht auf; sie läßt bei der Verbrennung 0,22 erdige Substanzen und Metalloxyde, die mehreren Salzen anhängen. Sie gährt mit ein wenig Wasser befeuchtet über Quecksilber bei Abschluf der Luft unter Entwicklung von Kohlensäure und Essigsäure, welche sich vor der Gährung nicht darin befanden, indem sie sich theilweise in eine lösliche organische Substanz verwandelt. Der erste Aufgufs dieses Extractes enthielt (wie der größte Theil der Dammerden) sehr gefärbten Traubenzucker, der ungefähr den vierten Theil betrug; man fand außerdem noch viel Dextrin, eine stickstoffhaltige Substanz mit Extractabsatz, Spuren von salpetersaurem Kali, salpetersaurem Ammoniak, von salzsaurem Kalk und salzsaurem Kali. Er gab 14½ pCt. Asche, welche 3 pCt. in Wasser lösliche Salze enthielt, wovon ⅓ kohlensaures Kali; es waren phosphorsaures Kalk-Kali und andere alkalische Salze darin enthalten. Der in Wasser unlösliche Theil der Asche war hauptsächlich phosphorsaurer Kalk, Metalloxyde und Kieselerde.

weisse Wurzeln getrieben hatten, herausgenommen. Die Verdunstung der Probeflüssigkeit gab einen trockenen Extract, der 39 Milligrammen wog, während der aus der Flüssigkeit, welche von der Pflanze zurückgelassen wurde, nur 33 Millig. wog.

Dieser Versuch war übrigens merkwürdig: 1) wegen der partiellen Entfärbung der Flüssigkeit, welche zum Wachsthum gedient hatte; 2) wegen der vollkommenen Durchsichtigkeit dieser Auflösung, im Vergleich zur Veränderung, welche die Probeflüssigkeit, welche sich getrübt hatte, in dieser Beziehung erlitten haben würde; 3) wegen der grossen Menge Wasser, welches die Pflanze ausschwitzte. Es betrug manchmal in 24 Stunden nahe das drei- und einhalbfache Gewicht der Pflanze, bei einer Temperatur von nahe an 22° C.

Bei einigen meiner Versuche über die Absorption der organischen Extracte hatten die Wurzeln gelitten; in diesem Falle wurden sie schwarz, besonders an den Enden; die Lösungen wurden nicht entfärbt wenn man die aufgesaugte Flüssigkeit durch Wasser ersetzte, und das Gewicht des extractiven trocknen Rückstandes war manchmal gröfser, als das des Auszuges vor der Absorption.

Man sieht, dafs diese Operationen zwei verschiedenen Einflüssen unterworfen sind: 1) der Absorption der nährenden Substanz, 2) ihrer Ersetzung durch die organische Materie, welche von der Zersetzung der Wurzeln her stammt. Wenn die letztere Wirkung gröfser war, als die erstere, oder auch nur, wenn sie beide gleich waren, so konnte man nicht über die Menge der zur Nahrung verwendeten Stoffe urtheilen; diefs ist der Grund der Verschiedenheit der von Hrn. Hartig erhaltenen Resultate.

Nachdem ich so die Absorption des Humus durch die Wurzeln bewiesen habe, bleibt mir noch über die Assimilation desselben von der damit durchdrungenen Pflanze zu sprechen. Eines der Kennzeichen dieser Assimilation wird von der Abwesen-

heit der dem Humus eigenthümlichen Farbe in dem Innern der Pflanzen, welche eine sehr gefärbte Auflösung von humussaurem Kali eingesaugt haben, in Vergleich mit dem verschiedenen Verhalten von färbenden Materien (wie Dinte), welche nicht fähig sind die Pflanze zu nähren, hergeleitet. Letztere lassen Spuren ihres Durchganges, während die andern sich verändern und von der Pflanze theilweise assimilirt werden. Eine Bohne von 15 Zoll Höhe, deren Wurzeln in eine durch ein wenig Alaun angesäuerte, filtrirte Abkochung von Brasilienholz tauchten, konnte nicht den fünften Theil ihres Gewichts von dieser Auflösung, deren Absorption vierfünfstel ihres Stengels roth färbte, einsaugen ohne zu verwelken. Knöterig, welcher in derselben Flüssigkeit sehr gut wuchs und ihre färbende Theile einsaugte, liefs keine Spur davon im Stengel wahrnehmen, während er sich durch die, sein Verwelken verursachende, Absorption verdünnter Dinte färbte. Die färbende Materie des Brasilienholzes erlitt, indem sie theilweise von dem Knöterig assimilirt wurde, eine Veränderung, wogegen sie sich nicht in der Bohne, welche sie nicht nähren konnte, zersetzte.

Niemand zweifelt, dafs das Eiweifs oder das stärkeehlartige Endospermium des Weizen sich in das sich entwickelnde Pflänzchen ergiefse, um ihm zur Nahrung zu dienen. So lange die Emulsion dieses Reservoirs nicht erschöpft ist, wird sie von Jod blau gefärbt, ist sie aber ganz oder theilweise in die Pflanze übergegangen, so ist sie verändert und der Saft des Pflänzchens giebt mit Jod nicht mehr die Gegenwart von Stärkemehl zu erkennen; es scheinen nun aber die Zersetzung der Kohlensäure und die Bindung des Wassers nicht bemerklich zur ersten Entwicklung der Pflanze beigetragen zu haben, denn ihr Gewicht hat dadurch nicht zugenommen, selbst wenn man ihr in der Rechnung den Kohlenstoff giebt, welchen sie verloren hat. Man mufs daher ihre Ernährung zum grofsen Theil der Assimilation der Bestandtheile des Mehls durch die Pflanze zuschreiben.

Es ist wahr, daß dieses Mehl der Pflanze auch durch die Wurzel zugeführt wird, es ist aber auch nicht zum Wachsthum des Weizen wesentlich erforderlich, denn wenn man den größten Theil des Endospermiums von gekeimtem Weizen hinwegnimmt und die Wurzeln des gekeimten Saamenkorns in Dammerde bringt, so macht es im Anfang langsamere Fortschritte als das ganze Korn, sie werden jedoch in der Folge stark genug um eine gleiche Entwicklung zu zeigen und zu beweisen, daß der durch die Wurzeln zugeführte Extract die stärkmehlartige Flüssigkeit ersetzt hat. Uebrigens spricht die Untersuchung der jungen Triebe vom Getreide in den Feldern, wo das Eiweiß häufig durch Fäulniß oder Insekten zerstört wird, eben soviel, als die angeführten Versuche. Da die Assimilation der Elemente des Endospermiums bewiesen ist, so ist es die des Dammerde-extractes, der jenes durch Einführung durch die Wurzel ersetzen kann, ebenfalls.

Ich suchte in dem Wasser, das von mit Dammerdeextract oder humussaurem Kali genährten Pflanzen ausgeschwitz worden war, die extractiven Stoffe auf, welche sie absorbirt hatten.

Diese farblose Ausschwitzung zeigte, wenn sie nicht durch Abdampfen sehr concentrirt war, durch eine leichte gelbe Färbung beim Verdichten, Spuren einer organischen Materie an, die nicht den zwanzigsten Theil desjenigen ausmachte, was die Pflanze absorbirt hatte. Das von diesen, mit den bereits beschriebenen Lösungen genährten, Pflanzen ausgeschwitzte Wasser enthielt im Uebrigen Ammoniak- und Kalksalze, deren Gesamtgewicht jedoch nur 3 Milligrammen auf 60 Grammen ausgeschwitzte Flüssigkeit betrug.

Die Knöterigpflanzen, welche ohne zu leiden mehrere Wochen lang in verschlossenem Gefäße, mit Hülfe des Wassers und unter Einwirkung des Tages und der Nacht, wuchsen, veränderten weder die Reinheit noch das Volumen dieser Luft; sie hatten also keinen Stickstoff daraus aufgenommen. Ich führe dieses

Resultat (das nach dem Keimen dasselbe blieb) an, um darauf aufmerksam zu machen, daß die Aufnahme des Stickstoffs aus der Atmosphäre durchaus nicht bewiesen ist, obgleich die Elementaranalysen einiger toten Pflanzen von Hrn. Boussingault, das Gegentheil zu beweisen scheinen.

Man muß sich in dieser Beziehung an die directe Beobachtung halten, denn die Elementaranalyse der toten Pflanzen ist selten in Uebereinstimmung mit der Physiologie der lebenden Pflanzen; diese Analyse täuscht, indem man die Veränderungen, welche während des Trocknens der grünen Pflanze Statt fanden, nicht in Betracht zog. Die Austrocknung (besonders bei Zutritt von Luft) vermindert die absolute Menge der Elemente der Pflanze, und verändert ihr Verhältniß. Die Luft entzieht ihnen Kohlenstoff, es wird häufig Sauerstoff absorbirt, das Eiweiß schwärzt sich, der Wassergehalt wird vermindert, die Essigsäure des Saftes verflüchtigt. Während dem langen Wachsthum der dieser Untersuchung unterworfenen Pflanzen, sterben einige ihrer Theile ab, gähren und können alsdann Stickstoff binden. Diese Veränderungen sind der Natur der Pflanze untergeordnet und wahrscheinlich unmöglich genau zu bestimmen.

Indem Hr. Liebig behauptet, daß die Ernährung der Pflanzen in dem fruchtbarsten Boden nur durch Zersetzung der Kohlensäure, durch Bindung der Elemente des Wassers und die Absorption der Salze Statt findet, stützt er seine Lehre auf die Unzulänglichkeit der löslichen organischen Materien, welche in dem Boden, wo die Ernährung Statt findet, enthalten sind. Ehe wir die Thatsachen, welche er bei dieser Gelegenheit anführt, untersuchen, müssen wir anerkennen, daß die Pflanze ihre organische Substanz, ohne andere Nahrungsmittel als Wasser und atmosphärische Luft, vermehren kann; wir werden aber zugleich finden, daß die durch diese Art von Ernährung hervorgebrachten Pflanzen beinahe keinen Werth in der Agrikultur haben.

Die für die entgegengesetzte Ansicht angeführten Resul-

tate waren schon in andern Formen bekannt, und waren wegen Mangel an Genauigkeit verworfen worden. Man muß also diejenigen ausschließen, welche man mit Pflänzchen erhalten hat, die sich in Pflanzenerde zu entwickeln anfangen, und welche neue Pflanzen mit Quellwasser ohne Dammerde hervorbrachten.

Wenn man sich dieser Pflänzchen bedient, so ist ihre Ernährung zum großen Theil, unabhängig von der Unreinheit des Quellwassers, der Uebertragung der organischen Materien dieser Pflänzchen in alle Theile, welche sich entwickeln, zuzuschreiben. Die Resultate sind sehr verschieden, wenn man den Versuch mit Saamenkörnern, deren Entwicklung man bloß durch destillirtes Wasser und atmosphärische Luft bewirkt, beginnt. Nachdem ich auf diese Weise genährte Bohnensaamen in mit reinem Sand gefüllte Gefäße von Glas gesäet hatte, vermehrte sich ihre trockene Pflanzensubstanz nur um das Doppelte ihres Gewichts. Erbsen, auf dieselbe Weise zur Entwicklung gebracht, gaben Pflanzen, welche in trockenem Zustande nur das drei- und ein viertelfache des Gewichtes des Saamens betrugen, während in Pflanzenerde die Zunahme in dem Verhältniß von 1 zu 60 war. Es konnten indessen die durch destillirtes Wasser genährten Saamen, wie sie in der Erde eines Gartens untergebracht waren, die Ausströmungen der Pflanzenerde empfangen. Wenn man bei den Beispielen, welche ich angeführt habe, ein Deficit annimmt, so ist die Geringheit der durch Wasser und atmosphärische Luft, ohne fremde Substanzen, erhaltenen Pflanzen ein Resultat, das nicht bestritten werden kann, es habe eine Befruchtung Statt gefunden oder nicht.

Die von dem Regenwasser erschöpfte, fast unfruchtbare Dammerde, kann keine beträchtliche Menge des extractiven Stoffes liefern; sie enthält indessen immer eine geringe Quantität, die durch ihre gelbe Farbe und ihren Geschmack wahrnehmbar wird, wenn das Wasser, worin sie eingeweicht war, durch Ab-

dampfen entfernt wird. Diese Materie, welche Stickstoff enthält und welche nach dem Trocknen im Wasser leicht löslich ist, hat einen mächtigen Einfluß auf die Ernährung der Pflanzen, denn sie liefert ihnen ein wesentliches Nahrungsmittel, den Stickstoff, den sie zwar nur in geringer Menge enthalten, womit sie aber das Wasser und die Luft nicht hinreichend versehen; sie führt ihnen phosphorsauren Kalk und einen Theil der Salze, welche die Asche bilden, zu; man darf jedoch diese nährnde Eigenschaft nicht vorzüglich dem löslichen Extract, welchen man unmittelbar aus einer ähnlichen Erde ziehen kann, zuschreiben; sie enthält in viel größerer Menge eine organische Materie, welche anfänglich im Wasser unlöslich ist und die dem Auge nicht wahrnehmbar seyn kann, die aber durch ihre Löslichkeit in kohlensaurem Alkali, oder durch die Verbrennung, bestimmt werden kann. Wenn sie befeuchtet worden, so befindet sich die Substanz in einem fortdauernden Zustand von langsamer Gährung, welche eine in Wasser leicht lösliche extractive Materie erzeugt. Dieser Vorgang bietet so der Pflanze eine anhaltende Quelle der Ernährung dar. Die letzten Einweichungen geben einen, wenigstens bei der Gährung, die durch den Contact mit der Luft bewirkt wird, höher gefärbten Extract, als die ersteren *).

*) Die Erneuerung des Extraktes kann durch Gährung ohne Berührung mit der Luft geschehen; im letztern Fall ist die Erneuerung jedoch viel beschränkter. Einer der Nachtheile der unvollkommenen Berührung ist, daß die Entweichung der Essigsäure, die dem Wachsthum schadet und keine Basen vorfindet, womit sie sich verbinden könnte, verhindert wird.

Eine der bemerkenswerthesten Wirkungen der Gährung der befeuchteten Pflanzenerde ist, die Verbindung des Sauerstoffs und Wasserstoffs ohne merkliche Wärmeentwicklung einzuleiten; sie wird in geringem Grade hervorgebracht, durch beinahe weißen Thon (wie der von Moraf), welcher keinen organischen Körper enthält, und der so den Beweis einer Gährung liefert, von welcher man keine Anzeichen hatte.

Unter den Thatsachen, welche Hr. Liebig für die Theorie der alleinigen Ernährung der Pflanzen durch die Luft, das Wasser und Salze anführt, finden sich die Resultate, welche Hr. Lucas mit reinem Kohlenpulver, oder diesem mit Erde gemischt, erhalten hat.

Ich werde mich nicht mit dem wohlthätigen Einflufs dieses Gemenges *) beschäftigen, da man die Resultate, welche Hr. Lucas bei der Wirkung der Kohle allein erhielt, und wornach man die Erde dadurch ersetzen kann, um eine schöne Vegetation zu bezwecken, nicht als genau betrachten kann **).

Ich setzte Tannen - oder Buchenkohle mehrere Tage einem Strom Wasser aus, und nachdem sie gepulvert und gesiebt worden waren, füllte ich damit Gefäße, worin ich in freier Luft Erbsen, Bohnen, Waizen, Madis, Mohr, Athanasia annuelle und Leinkraut säete; sie wurden mit Quellwasser begossen, mit Ausnahme der Bohnen, die nur destillirtes Wasser erhielten. Zur Seite dieser Gefäße, welche auf Bretter standen, waren ähnliche Sämereien in Ackererde, welche nie gedüngt wurden, welche eine blasse, graugelbe Farbe, und ein sehr schlechtes Ansehen hatte.

Alle diese Pflanzen gediehen besser in dieser schlechten Erde, als in der Kohle. Ich habe jedoch bemerkt, daß jede Bohnenpflanze in letzterer ein fruchtbares Korn trug, während sie im Sand, oder Kies keines gab. Die Erbsen gaben im Sand

Die Wirksamkeit der Jauche (eau de fumier), womit die Felder in geringer Menge begossen werden, besteht sowohl in den Nahrungsmitteln, welche sie selbst darbietet, als in der Fähigkeit, als Ferment die Zersetzung der, in der Erde enthaltenen, unlöslichen organischen Substanzen zu beschleunigen.

*) Als ich mich auf diese Weise ausdrückte, war es mir unbekannt, daß Hr. Jaume Saint Hilaire gefunden hatte, daß Gemenge von Kohle und guter Pflanzenerde der Vegetation mehr schädlich als nützlich sind. (Chem. encycl. Octobre 1841.)

**) Diese Resultate kennen in dem botanischen Garten in Regensburg im größten Maasstabe täglich in Augenschein genommen werden. J. L.

und in der Kohle eine kleine Anzahl Körner, sie hatten dünne Stengel mit kleinen Blättern, die in den Kohlen waren etwas gröfser.

Nachdem ich erkannt hatte, dafs Kohle manchmal einen geringen Vorzug vor dem reinen Sand besitzt, unterwarf ich pulverisirte Kohle einer langen Abkochung in destillirtem Wasser; es nahm gegen Ende der Verdunstung eine gelbe Färbung an, die geeignet war, eine beim ersten Auswaschen unbemerkte, organische Substanz anzuzeigen; die Flüssigkeit enthielt noch mehrere salzige Substanzen, besonders Ammoniak, das sich ohne Zweifel beim Verbrennen darin verdichtet hatte.

Diesem Körper, und insbesondere der Eigenschaft der Kohlensäure, in der Kohle verdichtet zu werden, verdankt letztere ihren Vorzug vor dem Sand für das Wachsthum der Pflanzen.

Hr. Liebig, der nur dem Ammoniak oder seinen Salzen die Uebertragung des Stickstoffes auf die Pflanze zuschreibt, sagt, dafs dasselbe immer in destillirtem Wasser enthalten sey. Er stützt sich darauf, dafs essigsaures Bleioxyd dieses Wasser wegen der Gegenwart von kohlensaurem Ammoniak trübt, während diese Reaction nicht Statt findet, wenn man dem Wasser vor der Destillation eine Mineralsäure zusetzt*). Diese Beobachtungen sind aber nicht genau, denn der Niederschlag, welcher kein kohlensaures Bleioxyd ist, bildet sich auch mit dem Wasser, das man erhält, wenn man ihm vor der Destillation Schwefelsäure zugefügt hatte (?). Wir werden im Uebrigen die Nützlichkeit des Ammoniaks als Bestandtheil des Düngers, des Mergels, des gebrannten Thons

*) Nachdem ich darauf aufmerksam gemacht hatte, dafs das Ammoniak in Regen- und destillirtem Wasser, durch Zusatz von einer Säure gebunden, in dem nach dem Verdampfen bleibenden Rückstand mit der größten Bestimmtheit nachweisbar sey; nach dem geführten Beweis also für das Vorhandenseyn des Ammoniaks bemerkte ich, dafs dergleichen Wasser, essigsaures Bleioxyd trübe, was von dem Ammoniaksalz bewirkt werde. Das letztere ist eine Consequenz aber kein Beweis.

und anderer Substanzen, welche die Ernährung der Pflanzen begünstigen, nicht bestreiten; wir wollen nur sagen, daß es hauptsächlich verwendet wird, nicht um sich isolirt damit zu verbinden, sondern als Auflösungsmittel des Humus und der unlöslichen organischen Materien, welche im Boden und in der Luft enthalten sind.

Ich spreche von der Luft, weil die darin schwebenden Körperchen eine Rolle in der Pflanzenerde spielen. Diesen Körperchen muß man den Ueberschuß der Erden und Salze zuschreiben, die aus mit destillirtem Wasser genährten Pflanzen erhalten werden, im Verhältniß zu denen, welche in dem Saamen enthalten sind, wie ich es mit Bohnenpflanzen beobachtet habe.

Wenn diese zum Theil organischen Körperchen der Pflanzen Erden und Salze liefern, so müssen sie ihnen auch Kohlenstoff Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff zuführen. Das Wasser, durch welches man den Pflanzen die Luft zuführen kann, hält sie nur theilweise und viel weniger zurück, als es dem Rauch, welcher bei manchen Destillationen die durch Wasser geleitete Gase begleitet, ein Hinderniß entgegensetzt.

Aus den angeführten Beobachtungen geht hervor:

„1) Daß fruchtbarer Boden ein Gemenge von löslichen und unlöslichen organischen Substanzen enthält, und daß die Einführung der ersteren in die Pflanzen durch die Wurzeln, eine mächtige Hülfe für die Ernährung, welche sie von der Luft und dem Wasser erhalten, ist.“

„2) Daß die unlöslichen organischen Substanzen, welche sich im Boden in viel größerer Menge als die vorhergehenden vorfinden, mit Hülfe des Wassers eine langsame Gährung erleiden, welche eine nährende lösliche Substanz daraus erzeugt, die fähig ist, erstere theilweise und allmählig zu ersetzen.“

„3) Daß die Pflanzen ihren Stickstoff beinahe gänzlich durch die Absorption der löslichen organischen Substanzen erhalten; der

directe Versuch zeigt, dafs sie ihn nicht in ansehnlicher Menge im Gaszustand assimiliren, und dafs er nicht als Ammoniak in dem destillirten Wasser enthalten ist, welches man sie absorbiren läfst.

„4) Dafs ein Unterschied besteht zwischen den gefärbten Materien, welche zur Ernährung der Pflanzen tauglich sind und solchen, welche diese Fähigkeit nicht besitzen; dafs die ersten bei der Absorption ihre Farbe ändern und sich mit der Pflanze vermischen, während die anderen, wenn sie die Pflanzen durchdringen, keine Veränderung erleiden.“

„Nachdem gezeigt worden, dafs die gefärbten extractiven Materien, die zur Ernährung der Pflanzen tauglich sind, von den Pflanzen absorbirt werden und sich unverändert weder in dem Rückstand nach der Absorption, noch in den Ausschwitzungen der Pflanze, weder in ihrer Atmosphäre, noch als solche in der Pflanze selbst wiederfinden, so müssen wir annehmen, dafs sie verschwunden sind, indem ein Theil ihrer Elemente von der Pflanze assimiliert wurde.

A n h a n g

Der Stickstoff, der zur Pflanzenernährung so nothwendigen Extractivstoffe, entweicht manchmal im Gaszustand während des Wachsthums, oder durch die von porösen Körpern in einer Atmosphäre von Kohlensäure und Stickgas erregte rasche Gährung*).

Wenn man untersucht, wie dieser Verlust für die folgende Vegetation ersetzt wird, so mufs man annehmen, dafs atmosphärischer Stickstoff condensirt wird **). Dieses findet Statt: wenn die porösen organischen Körper unter Umständen, die zur Erzeugung von Wasserstoffgas geeignet sind, langsam gähren, 2) durch das Eisenoxydul und Manganoxydul der Pflanzenerden ***),

*) *Altération de l'air par la germination et la fermentation. Mém. de la Société de Phys. et d'hist. nat. de Geneve T. VI. p. 571.*

**) *ib. p. 562. 567.*

***) *Nach Sprengel. Journal für praktische Chemie. B. I. p. 161.*

3) durch die Electricität bei Gewitterregen *). Das Ammoniak und die Salpetersäure sind die einzigen, uns bekannten, Produkte dieser Condensationen; um aber diese verschiedenen Quellen von Stickstoff in der Vegetation mitwirken zu lassen, müssen wir von der Erfahrung abgehen, denn, indem noch keine Beobachtung bewiesen hat, daß die Pflanzen unmittelbar Ammoniak oder Salpetersäure assimiliren **), müssen wir annehmen, daß sie sich die todtten Pflanzensubstanzen aneignen, um Verbindungen zu erzeugen, die denen sehr nahe stehen, welche sie aus der Dammerde zu ihrer Ernährung schöpfen.

(Bibl. univers. T. XXXVI. q. 430.)

Bemerkungen zu vorstehenden Versuchen de Saussure's; von Justus Liebig.

In einer Abkochung von Dammerde mit doppelt kohlensaurem Kali, welche in 70 Milligrammen aufgelöster Substanz 18 Milligrammen Humus und 52 Milligrammen kohlensaures Kali (mit andern aus der Danunerde ausgezogenen löslichen Salzen) enthielt, liefs de Saussure eine Pferdebohne wachsen.

Nach vierzehn Tagen wurde die Pflanze aus dem Ueberrest der Flüssigkeit entfernt und diese zur Trockne gebracht, es blie-

*) Hr. Lampadius (Journ. für pract. Chem. B. XIV. p. 161.) hat die Gegenwart der Salpetersäure nur in Gewitterregen bestätigt. Ich habe nur in letzterem das Ammoniak gefunden, das Hr. Liebig im Regen im allgemeinen gefunden hat. (Chim. org. appliquée p. 78.) (†)

**) Ich habe Bohnen, sich in freier Luft in Kieselsand mit Wasser, das $\frac{1}{1000}$ salpetersaures Ammoniak enthielt, entwickeln lassen: sie gediehen weniger darin, als in Sand, der nur mit reinem Wasser begossen wurde.

(†) Note der Redaction. Was hat hier, kann man fragen, das Gewitter (die elektrische Erscheinung) mit dem Ammoniak zu thun?