



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

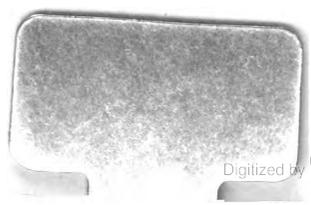
Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.





Die Chemie
in
ihrer Anwendung
auf
Agricultur und Physiologie.

Druck und Papier
von Friedrich Bieweg und Sohn
in Braunschweig.



Die Chemie

in
ihrer Anwendung
auf
Agricultur und Physiologie.

Von

Justus Liebig,

Dr. der Medicin und Philosophie,
Professor der Chemie an der Ludwigs-Universität zu Gießen,
Ritter des Großherzogl. Hessischen Ludwigsordens und des Kaiserl. Russischen St. Annenordens 1ter Klasse,
auswärtiges Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, der Royal Society zu
London, Ehrenmitglied der Königl. Akademie zu Dublin, correspondirendes Mitglied der Königl.
Akademien der Wissenschaften zu Paris, Bologna, Berlin, München und St. Petersburg, des
Königlichen Institutes zu Amsterdam, der Königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen,
der Königlichen Akademie der Medicin von Belgien, der Königlichen Agriculturgeellschaft von
England, der naturforschenden Gesellschaft zu Heidelberg 11. 11. 11.

P.
275.

Fünfte umgearbeitete und sehr vermehrte Auflage.

Braunschweig,

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1843.



An

Alexander von Humboldt.

An

Alexander von Humboldt.

Während meines Aufenthalts in Paris gelang es mir, im Sommer 1823 eine analytische Untersuchung über Howard's fulminirende Silber- und Quecksilber-Verbindungen, meine erste Arbeit, zum Vortrag in der königlichen Akademie zu bringen.

Zu Ende der Sitzung vom 28. Juli, mit dem Zusammenpacken meiner Präparate beschäftigt, näherte sich mir, aus der Reihe der Mitglieder der Akademie, ein Mann und knüpfte mit mir eine Unterhaltung an; mit der gewinnendsten Freundlichkeit wußte er den Gegenstand meiner Studien und alle meine Beschäftigungen und Pläne von mir zu erfahren; wir trennten uns, ohne daß ich, aus Unerfahrenheit und Scheu, zu fragen wagte, wessen Güte an mir Theil genommen habe.

Diese Unterhaltung ist der Grundstein meiner Zukunft gewesen, ich hatte den für meine wissenschaftlichen Zwecke mächtigsten und liebevollsten Gönner und Freund gewonnen.

Sie waren Tags zuvor von einer Reise aus Italien zurückgekommen; Niemand war von Ihrer Anwesenheit unterrichtet.

Unbekannt, ohne Empfehlungen, in einer Stadt, wo der Zusammenfluß so vieler Menschen aus allen Theilen der Erde das größte Hinderniß ist, was einer nähern persönlichen Berührung mit den dortigen ausgezeichneten und berühmten Naturforschern und Gelehrten sich entgegenstellt, wäre ich, wie so viele Andere, in dem großen Haufen unbemerkt geblieben

und vielleicht untergegangen; diese Gefahr war völlig abgewendet.

Von diesem Tage an waren mir alle Thüren, alle Institute und Laboratorien geöffnet; das lebhafteste Interesse, welches Sie mir zu Theil werden ließen, gewann mir die Liebe und innige Freundschaft meiner mir ewig theuren Lehrer Gay-Lussac, Dulong und Thénard. Ihr Vertrauen bahnte mir den Weg zu einem Wirkungskreise, den seit 16 Jahren ich unablässig bemüht war, würdig auszufüllen.

Wie Viele kenne ich, welche, gleich mir, die Erreichung ihrer wissenschaftlichen Zwecke Ihrem Schutze und Wohlwollen verdanken! Der Chemiker, Botaniker, Physiker, der Orientalist, der Reisende nach Persien und Indien, der Künstler, Alle erfreuten sich gleicher Rechte, gleichen Schutzes; vor Ihnen war kein Unterschied der Nationen, der Länder. Was die Wissenschaften in dieser besondern Beziehung Ihnen schuldig sind, ist nicht zur Kunde der Welt gekommen, allein es ist in unserer Aller Herzen zu lesen.

Möchten Sie es mir gestatten, die Gefühle der innigsten Verehrung und der reinsten aufrichtigsten Dankbarkeit öffentlich auszusprechen.

Das kleine Werk, welches ich mir die Freiheit nehme, Ihnen zu widmen, ich weiß kaum, ob ein Theil davon mir

als Eigenthum angehört; wenn ich die Einleitung lese, die Sie vor 42 Jahren zu J. Ingenhouß Schrift » über die Ernährung der Pflanzen « gegeben haben, so scheint es mir immer, als ob ich eigentlich nur die Ansichten weiter ausgeführt und zu beweisen gesucht hätte, welche der warme, immer treue Freund von Allem, was wahr, schön und erhaben ist, welche der Alles belebende, thätigste Naturforscher dieses Jahrhunderts darin ausgesprochen und begründet hat.

Von der British association for the advancement of science habe ich 1837 in einer ihrer Sitzungen in Liverpool den ehrenvollen Auftrag erhalten, einen Bericht über den Zustand unserer Kenntnisse in der organischen Chemie abzustatten. Auf meinen Antrag hat die Gesellschaft beschlossen, den Herrn Dumas in Paris, Mitglied der Akademie, zu ersuchen, mit mir gemeinschaftlich die Abstattung dieses Berichts übernehmen zu wollen. Dies ist die Veranlassung zur Herausgabe des vorliegenden Werkes gewesen, worin ich die organische Chemie in ihren Beziehungen zur Pflanzenphysiologie und Agricultur, so wie die Veränderungen, welche organische Stoffe in den Processen der Gährung, Fäulniß und Verwesung erleiden, darzustellen versucht habe.

In einer Zeit, wo das rastlose Streben nach Neuem, oft so Werthlosem der jüngern Generation kaum einen Blick auf

die Grundpfeiler gestattet, welche das schönste und mächtigste Gebäude tragen, wo diese Grundpfeiler, des äußern Zieraths und der Tünche wegen, dem oberflächlichen Beobachter kaum mehr erkennbar sind, wenn in dieser Zeit ein Eindringling in fremde Fächer es wagt, die Aufmerksamkeit und Kräfte der Naturforscher auf Gegenstände des Wissens zu lenken, die vor allen anderen längst schon verdienten, zum Ziel und Zweck ihrer Anstrengung und Bemühung gewählt zu werden, so kann man des Erfolgs nicht gewiß sein; denn wenn auch des Menschen Wille, Gutes zu bewirken, keine Grenzen kennt, so sind doch seine Mittel und sein Können in engere Schranken eingeschlossen.

Ganz abgesehen von den besonderen Beobachtungen, die ich darin zusammengestellt habe, würde es für mich die größte Befriedigung sein, wenn die Principien der Naturforschung, welche ich in diesem kleinen Werke auf die Entwicklung und Ernährung der Pflanzen anzuwenden Gelegenheit bekam, sich Ihres Beifalls zu erfreuen das Glück hätten.

Gießen, den 1sten August 1840.

Dr. Justus Liebig.

V o r w o r t.

Manche Ansichten und Grundsätze, die ich in Beziehung auf die Ernährung und insbesondere auf die Cultur der Gewächse zu entwickeln versuchte, haben gleich nach dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches lebhaften Widerspruch gefunden; in den folgenden drei Auflagen konnte ich mich noch nicht entschließen, Aenderungen zu machen, weil ich die wissenschaftliche Erörterung der angeregten so wichtigen Fragen noch nicht für geschlossen hielt, und weil ich glaubte, nur der Erfahrung die Entscheidung zugestehen zu dürfen.

Eine nicht geringe Anzahl der gemachten Einwürfe beruhte auf einem Mangel an gegenseitigem Verständniß, andere bezogen sich auf Sätze und Behauptungen, welche mit dem eigentlichen Zwecke des Buches in keinem Zusammenhange standen; ich habe diese durch Hintweglassen aller solcher angefochtenen Stellen beseitigt.

In den drei Jahren, die zwischen dieser und der ersten Auflage liegen, habe ich keine Gelegenheit unbenuzt vorübergehen lassen, um die entwickelten Grundsätze der Pflanzenernährung und ihrer Anwendung auf die Agricultur einer strengen und sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen; durch eine Reise in die Agriculturdistricte Englands und Schottlands habe ich den Zustand des praktischen Feldbaues und die Bedürfnisse der Landwirthschaft kennen zu lernen gesucht, und es sind gleichfalls während dieser Zwischenzeit in dem hiesi-

gen Laboratorium eine große Anzahl von Untersuchungen angestellt worden, lediglich zu dem Zwecke, um meinen Vorstellungen über die Ursache der Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels eine festere Grundlage zu geben und jeden Zweifel darüber zu verbannen.

In meiner »organischen Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie« habe ich den Ernährungsproceß des thierischen Organismus einer nähern Untersuchung unterworfen, und ich bin erst nach Vollenbung dieser Arbeit im Stande gewesen, meiner Ansicht über den Ursprung der thierischen Excremente und über die Ursache ihrer wohlthätigen Wirkung auf die Entwicklung aller Gewächse, einen ganz bestimmten und einfachen Ausdruck zu geben.

Niemand möchte wohl jetzt, wo die Bedingungen, welche den Boden fruchtbar und fähig machen, das Leben der Pflanzen zu unterhalten, ermittelt sind, leugnen, daß nur von der Chemie aus weitere Fortschritte in der Agricultur erwartet werden können.

Ein jeder Unbefangene wird zulezt, wie ich hoffe, aus dieser fünften Auflage die Ueberzeugung schöpfen, daß ich mit Ernst darnach gestrebt habe, meine Ansichten zu vervollkommen und zu verbessern, und mit dem besten Willen bemüht gewesen bin, die Wahrheit zu erkennen und den Irrthum zu beseitigen.

Inhalt.

Erster Theil.

Der chemische Proceß der Ernährung der Vegetabilien.

	Seite
Gegenstand	3
Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien	4
Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs	6
Ursprung und Verhalten des Humus	36
Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs	44
Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs	50
Der Ursprung des Schwefels	75
Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien	83
Der Ursprung der Ackererde	106
Die Cultur	122
Die Brache	165
Die Wechselwirthschaft	180
Der Dünger	226
Rückblick	253
Anhang:	
Die Quellen des Ammoniaks	279
Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse? . . .	292
Nimmt der Stickstoff der Luft Antheil an der Vegetation? . . .	305
Der Riesentang	308
Zusammensetzung der künstlichen Ackererde 2c., von Prof. Wieg- mann und Volkstorf	311
Tabelle über den Gehalt an Feuchtigkeit der in Boussingault's Versuchen analysirten Pflanzenstoffe	318
Analysen einiger Pflanzenaschen, von Hertwig	323
Analyse der Roggenstrohasche, von Dr. Fresenius	324
Aschen-Analysen, von Berthier	325
Zu de Saussure's Untersuchungen über den Ursprung der mine- ralischen Bestandtheile der Pflanzen	328
Analysen einiger Pflanzenaschen, von de Saussure	329

Zweiter Theil.

Der chemische Proceß der Gährung, Fäulniß und Verwesung.

	Seite
Chemische Metamorphosen	339
Die Ursache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verwesung be- wirkt werden	342
Gährung und Fäulniß	352
Metamorphosen stickstofffreier Körper	359
Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper	361
Gährung des Zuckers	368
Hefe, Ferment	371
Verwesung	379
Verwesung stickstofffreier Körper. — Essigbildung	389
Verwesung stickstoffhaltiger Materien. — Salpeterbildung	395
Wein- und Biergährung	400
Pflanz- und Infusorien-Gährung	421
Die Verwesung der Holzfasern	435
Dammerde	443
Vermoderung. Papier, Braunkohle und Steinkohle	445
Gift, Contagien, Miasmen	455
Anhang zu Seite 434	504
Vergleichung von Feldmaßen in verschiedenen europäischen Staaten	506

Erster Theil.

Der
chemische Proceß der Ernährung
der
Vegetabilien.

Gegenstand.

Die organische Chemie hat zur Aufgabe die Erforschung der chemischen Bedingungen des Lebens und der vollendeten Entwicklung aller Organismen.

Das Bestehen aller lebendigen Wesen ist an die Aufnahme gewisser Materien geknüpft, die man Nahrungsmittel nennt; sie werden in dem Organismus zu seiner eigenen Ausbildung und Reproduction verwendet.

Die Kenntniß der Bedingung ihres Lebens und Wachstums umfaßt demnach die Ausmittelung der Stoffe, welche zur Nahrung dienen, die Erforschung der Quellen, woraus diese Nahrung entspringt, und die Untersuchung der Veränderungen, die sie bei ihrer Assimilation erleiden.

Den Menschen und Thieren bietet der vegetabilische Organismus die ersten Mittel zu seiner Entwicklung und Erhaltung dar.

Die ersten Quellen der Nahrung der Pflanzen liefert ausschließlich die anorganische Natur.

Der Gegenstand dieses Werkes ist die Entwicklung des chemischen Processes der Ernährung der Vegetabilien, so wie der Veränderungen, die nach ihrem Tode eintreten.

Der erste Theil ist der Auffuchung der Nahrungsmittel, so wie den Veränderungen gewidmet, die sie in dem lebenden Organismus erleiden; es sollen darin die chemischen Verbindungen betrachtet werden, welche den Pflanzen ihre Hauptbestandtheile, den Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff,

Sauerstoff und Schwefel, liefern, so wie die Beziehungen, in welchen die Lebensfunctionen der Vegetabilien zu dem thierischen Organismus und zu anderen Naturerscheinungen stehen.

Der zweite Theil handelt von den chemischen Processen, welche nach dem Tode aller Organismen ihre völlige Vernichtung bewirken; es sind dies die eigenthümlichen Zeretzungsweisen, die man mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet; es sollen darin die Veränderungen der Bestandtheile der Organismen bei ihrem Uebergang in anorganische Verbindungen, so wie die Ursachen betrachtet werden, von denen sie abhängig sind.

Die allgemeinen Bestandtheile der Vegetabilien.

Kohlenstoff und Wasserstoff sind Bestandtheile aller Pflanzen und zwar eines jeden ihrer Organe.

Die Hauptmasse aller Vegetabilien besteht aus Verbindungen, welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, und zwar in dem nemlichen Verhältniß wie im Wasser, enthalten: hierher gehören die Holzfaser, das Stärkemehl, Zucker und Gummi.

Eine andere Klasse von Kohlenstoffverbindungen enthält die Elemente des Wassers, plus einer gewissen Menge Sauerstoff, sie umfaßt mit wenigen Ausnahmen die zahlreichen in den Pflanzen vorkommenden organischen Säuren.

Eine dritte besteht aus Verbindungen des Kohlenstoffs mit Wasserstoff, welche entweder keinen Sauerstoff enthalten, oder wenn Sauerstoff einen Bestandtheil davon ausmacht,

so ist seine Quantität stets kleiner, als dem Gewichtsverhältniß entspricht, in dem er sich mit Wasserstoff zu Wasser verbindet. Sie können demnach betrachtet werden als Verbindungen des Kohlenstoffs mit den Elementen des Wassers, plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Die flüchtigen und fetten Oele, das Wachs, die Harze gehören dieser Klasse an. Manche davon spielen die Rolle von Säuren.

Die organischen Säuren sind Bestandtheile aller Pflanzenäfte und, mit wenigen Ausnahmen, an organische Basen, an Metalloxyde, gebunden; die letzteren fehlen in keiner Pflanze, sie bleiben nach der Einäscherung derselben in der Asche zurück.

Der Stickstoff ist in den Pflanzen in der Form von Säuren, von indifferenten Stoffen und von eigenthümlichen Verbindungen enthalten, welche alle Eigenschaften von Metalloxyden besitzen; die letzteren heißen organische Basen. Alle Samen ohne Ausnahme enthalten eine Stickstoffverbindung.

Seinem Gewichtsverhältniß nach macht der Stickstoff nur einen kleinen Theil der Masse der Pflanzen aus, er fehlt aber in keinem Vegetabil, oder Organe eines Vegetabilis; wenn er keinen Bestandtheil eines Organs ausmacht, so findet er sich dennoch unter allen Umständen in dem Saft, der die Organe durchdringt.

Die in dem Samen und dem Saft der Pflanzen nie fehlenden Stickstoffverbindungen enthalten eine gewisse Menge Schwefel. Die Samen, der Saft oder die Organe von manchen Pflanzengattungen liefern durch Destillation mit Wasser eigenthümliche flüchtige öartige Verbindungen, die sich durch einen beträchtlichen Gehalt von Schwefel und Stickstoff vor allen andern unterscheiden. Das flüchtige Del

des Meerrettigs und der Senffamen gehören zu dieser Klasse von Schwefelverbindungen.

Die Bestandtheile aller Vegetabilien lassen sich nach dem Obigen in zwei große Klassen scheiden.

Die eine dieser Klassen enthält als Bestandtheil Stickstoff, in der andern fehlt dieses Element.

Unter den stickstofffreien Verbindungen giebt es sauerstoffhaltige (Amylon, Holzfaser &c.) und sauerstofffreie (Terpentinöl, Citronöl &c.).

Die stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile zerfallen in drei Unterabtheilungen: in schwefel- und sauerstoffhaltige (in allen Samen), in schwefelhaltige und sauerstofffreie (im Senföl), in schwefelfreie (die organischen Basen &c.) Verbindungen.

Die Entwicklung einer Pflanze ist nach dieser Auseinandersezung abhängig von der Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung, welche ihr den Kohlenstoff, einer Stickstoffverbindung, welche ihr den Stickstoff, einer Schwefelverbindung, die ihr den Schwefel liefert; sie bedarf noch außerdem des Wassers und seiner Elemente, so wie eines Bodens, welcher die anorganischen Materien darbietet, ohne die sie nicht bestehen kann.

Der Ursprung und die Assimilation des Kohlenstoffs *).

Die Landwirthschaft und einige Pflanzenphysiologen betrachten einen Gemengtheil der Acker- und Dammerde, dem

*) Vergleicht man das Gewicht des Extracts (der löslichen Theile), welche der fruchtbarste Boden liefern kann, mit dem Gewicht der

man den Namen *Humus* gegeben hat, als das Hauptnahrungsmittel, was die Pflanzen aus dem Boden aufnehmen, und seine Gegenwart als die wichtigste Bedingung seiner Fruchtbarkeit.

Dieser *Humus* ist das Product der Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen.

Die Chemie bezeichnet mit *Humus* eine braune, in Wasser in geringer Menge, in Alkalien leichter lösliche Materie, welche, als Product der Zersetzung vegetabilischer Stoffe, durch die Einwirkung von Säuren oder Alkalien erhalten wird. Dieser *Humus* hat von der Verschiedenheit in seiner äußern Beschaffenheit und seinem Verhalten verschiedene Namen erhalten: *Ulm*, *Humussäure*, *Humuskohle*, *Humin* heißen diese verschiedenen Modificationen des *Humus* der Chemiker; sie werden erhalten durch Behandlung des Torfs, der Holzfaser, des Dfenrußes, der Braunkohlen mit Alkalien, oder durch Zersetzung des Zuckers, der Stärke, des Milchzuckers vermittelst Säuren, oder durch Berührung alkalischer Lösungen der Gerbe- und Gallussäure mit der Luft.

Humussäure heißt die in Alkalien lösliche, *Humin* und *Humuskohle* die unlösliche Modification des *Humus*.

Den Namen nach, die man diesen Materien gegeben hat, ist man leicht verführt, sie für identisch in ihrer Zusammensetzung zu halten. Dies wäre aber der größte Irrthum, den man begehen kann, denn merkwürdiger Weise stehen Zucker, Essigsäure und Colophonium in dem Gewichtsverhältniß ihrer Bestandtheile nicht weiter auseinander.

Pflanze, die sich darauf entwickelt hat, so findet sich, daß sie nur eine sehr geringe Menge ihrer eigenen Substanz daraus empfangen konnte. (de Saussure, Recherches sur la vegetation. Deutsche Ausgabe von Volgt. Leipzig, Reclam. S. 249.)

Die Humus säure, aus Sägespänen mit Kalihydrat erhalten, enthält nach Peligot's Analyse 72 p. c. Kohlenstoff, die Humus säure aus Torf und Braunkohle nach Sprengel 58 p. c., die aus Zucker mit verdünnter Schwefelsäure nach Malaguti 57 p. c., die aus demselben Körper und aus Stärke mit Salzsäure gewonnene nach Stein 64 p. c. Kohlenstoff.

Nach Malaguti enthält die Humus säure Wasserstoff und Sauerstoff zu gleichen Aequivalenten, in dem Verhältniß also wie im Wasser; nach Sprengel's Analyse ist darin weniger Wasserstoff enthalten, und nach Peligot enthält die Humus säure sogar auf 14 Aeq. Wasserstoff nur 6 Aeq. Sauerstoff, also 8 Aeq. Wasserstoff mehr, als diesem Verhältniß entspricht.

Fauls Weidenholz, Torf und Dummerde hinterlassen nach ihrer Ausziehung mit Wasser und Weingeist eine braune feste Substanz, welche an Alkalien eine Humus säure abgibt, die, außer Kohlenstoff und den Elementen des Wassers, noch eine gewisse Menge Ammoniak in chemischer Verbindung enthält. (Mulder, Herrmann.)

Man sieht leicht, daß die Chemiker bis jetzt gewohnt waren, alle Zersetzungsproucte organischer Verbindungen von brauner oder braunschwarzer Farbe mit Humus säure oder Humin zu bezeichnen, je nachdem sie in Alkalien löslich waren oder nicht, daß aber diese Proucte in ihrer Zusammensetzung und Entstehungsweise nicht das Geringste mit einander gemein haben.

Man hat nun nicht den entferntesten Grund, zu glauben, daß das eine oder das andere dieser Zersetzungsproucte in der Form und mit den Eigenschaften begabt, die man den vegetabilischen Bestandtheilen der Dummerde zu-

schreibt,† in der Natur vorkommt; man hat nicht einmal den Schatten eines Beweises für die Meinung, daß eines von ihnen als Nahrungstoff oder sonst irgend einen Einfluß auf die Entwicklung einer Pflanze ausübt.

Die Eigenschaften des Humus und der Humussäure der Chemiker sind unbegreiflicher Weise übertragen worden auf den Körper in der Dammerde, den man mit dem nämlichen Namen belegt; an diese Eigenschaften knüpfen sich die Vorstellungen über die Rolle, die man ihm in der Vegetation zuschreibt.

Die Meinung, daß der Humus als Bestandtheil der Dammerde von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, daß sein Kohlenstoff, ohne vorher eine andere Form anzunehmen, von der Pflanze zur Nahrung verwendet wird, ist so verbreitet und hat in dem Grade Wurzel gefaßt, daß bis jetzt jede Beweisführung für diese seine Wirkungsweise für überflüssig erachtet wurde; denn die in die Augen fallende Verschiedenheit des Gedeihens von Pflanzen in Bodenarten, die man als ungleich reich an Humus kennt, erschien auch dem Befangenensten als eine genügende Begründung dieser Meinung.

Wenn man diese Voraussetzung einer strengen Prüfung unterwirft, so ergiebt sich daraus der schärfste Beweis, daß der Humus in der Form, wie er im Boden enthalten ist, zur Ernährung der Pflanzen nicht das Geringste beiträgt.

Durch das Festhalten an der bisherigen Ansicht hat man von vorn herein jede Erkenntniß des Ernährungsprocesses der Pflanzen unmöglich gemacht, und damit den sichersten und treuesten Führer zu einem rationellen Verfahren in der Land- und Forstwissenschaft verbannt.

Ohne eine tiefe und gründliche Kenntniß der Nahrungs-

mittel der Gewächse und der Quellen, aus denen sie entspringen, ist eine Vervollkommnung des wichtigsten aller Gewerbe, des Ackerbaues, nicht denkbar. Man kann keine andere Ursache des bisherigen so schwankenden und ungewissen Zustandes unsers Wissens auffinden, als daß die Physiologie der neuern Zeit mit den unermesslichen Fortschritten der Chemie nicht Schritt gehalten hat.

Wir wollen in dem Folgenden den Humus in der Ackererde mit den Eigenschaften begabt uns denken, welche die Chemiker an den braunschwarzen Niederschlägen beobachtet haben, die man durch Fällung einer alkalischen Abkochung von Dammerde oder Torf vermittelst Säuren erhält, und die sie Humussäure nennen.

Die Humussäure besitzt, frisch niedergeschlagen, eine flockige Beschaffenheit; ein Theil davon löst sich bei 18° C. in 2500 Th. Wasser, sie verbindet sich mit Alkalien, Kalk und Bittererde, und bildet mit den beiden letzteren, Verbindungen von gleicher Löslichkeit. (Sprengel.)

Seinem Zustande nach kann der Humus nur durch Vermittelung des Wassers die Fähigkeit erlangen, von den Wurzeln aufgenommen zu werden. Die Chemiker haben nun gefunden, daß die Humussäure nur in frisch niedergeschlagenem Zustande löslich ist, daß sie diese Löslichkeit vollständig verliert, wenn sie an der Luft trocken geworden ist; sie wird ferner völlig unlöslich, wenn das Wasser, was sie enthält, gefriert. (Sprengel.)

Die Winterkälte und Sommerhize rauben mithin der reinen Humussäure ihre Auflöslichkeit und damit ihre Assimilirbarkeit; sie kann als solche nicht in die Pflanzen gelangen.

Von der Wichtigkeit dieser Beobachtung kann man sich

leicht durch Behandlung guter Acker- und Dammerde mit kaltem Wasser überzeugen; das letztere entzieht nemlich derselben nicht $\frac{1}{100000}$ an löslichen organischen Materien, die Flüssigkeit ist nicht braun, sondern klar und ungefärbt. X

Berzelius fand ebenfalls, daß vermodertes Eichenholz, was dem Hauptbestandtheil nach aus Humusäure besteht, an kaltes Wasser nur Spuren von löslichen Materien abgibt, eine Beobachtung die ich an verfaultem Buchen- und Tannenholz bestätigt fand.

Die Unfähigkeit der Humusäure, den Pflanzen in diesem unlöslichen Zustande zur Nahrung zu dienen, ist den Pflanzenphysiologen nicht unbemerkt geblieben; sie haben deshalb angenommen, daß der Kalk oder die Alkalien überhaupt, die man in der Pflanzenasche findet, die Löslichkeit und damit die Assimilirbarkeit vermitteln.

In den Bodenarten finden sich Alkalien und alkalische Erden in hinreichender Menge vor, um Verbindungen dieser Art zu finden.

Wir wollen nun annehmen, daß die Humusäure in der Form des humusreichsten Salzes, als humusaurer Kalk, von den Pflanzen aufgenommen werde, und aus dem bekannten Gehalte an alkalischen Basen in der Asche der Pflanzen die Menge berechnen, welche in dieser Form in die Pflanze gelangen kann; wir wollen ferner voraussetzen, daß Kali, Natron, die Dryde des Eisens und Mangans eine mit dem Kalle gleiche Sättigungscapacität besitzen, so wissen wir aus Berthier's Bestimmungen, daß 1000 Pfd. lufttrocknes Tannenholz 8,3 Pfd. reine kohlenfreie Asche liefern, und daß 100 Pfd. dieser Asche im Ganzen nach Abzug des Chlorkaliums, kiesel-sauren und schwefel-sauren Kali's 46,1 Pfd. basische Metalloryde, Kali, Natron, Kalk, Bitter-

erde, Eisen- und Mangan-Drydul zusammengenommen, enthalten.

2500 Quadratmeter Wald (= 40,000 Quadratfuß heft. = 1 Morgen) liefern nun jährlich mittlern Ertrag 2650 Pfd. Tannenholz *), welche im Ganzen 10,07 Pfd. basische Metalloryde enthalten.

Nach den Bestimmungen von Malaguti und Sprengel verbindet sich 1 Pfd. Kalk mit 10,9 Pfd. Humusäure; es sind mithin durch diese Basen 111,0 Pfd. Humusäure in die Bäume übergegangen, und diese entsprechen — ihr Gehalt an Kohlenstoff zu 58 p. c. angenommen — der Bildung von 165 Pfd. lufttrocknem Holz.

Es sind aber auf diesem Lande 2650 Pfd. lufttrocknes Holz producirt worden.

Wenn man aus der bekannten Zusammensetzung der Asche des Weizenstrohes die Menge Humusäure berechnet, welche durch die darin enthaltenen basischen Metalloryde (die Chlormetalle und schwefelsauren Salze abgerechnet) der Pflanze zugeführt werden können, so erhält man für 2500 Quadratmeter Land 57½ Pfd. Humusäure, entsprechend 85 Pfd. Holzfaser. Es werden aber auf dieser Fläche, Wurzeln und Körner nicht gerechnet, 1780 Pfd. Stroh producirt, was die Zusammensetzung der Holzfaser besitzt.

Bei diesen Berechnungen ist angenommen worden, daß die basischen Metalloryde, welche Humusäure zugeführt haben, nicht mehr in den Boden zurückkehren, weil sie während des Wachsthums der Pflanze in den neu entwickelten Theilen derselben zurückbleiben.

*) Nach der Angabe des hiesigen verdienstvollen Professors der Forstwissenschaft, Herrn Forstmeister Dr. Heyer.

Wir wollen jetzt die Menge Humus säure berechnen, welche unter den günstigsten Verhältnissen, nemlich durch das Wasser, in die Pflanzen gelangen kann.

In Erfurt, in einer der fruchtbarsten Gegenden Deutschlands, fallen nach Schübler auf 1 Quadratfuß Fläche in den Monaten April, Mai, Juni und Juli $17\frac{1}{2}$ Pfd. (2 Pfd. heft. = 1 Kilogr.) Regen. Ein Morgen Land (2500 □ Meter) empfängt mithin 700,000 Pfd. Regenwasser.

Nehmen wir nun an, daß diese ganze Quantität Wasser von den Wurzeln einer Sommerfrucht aufgenommen werde, die in 4 Monaten gepflanzt wird und reift, in der Art also, daß kein Pfund von diesem Wasser anders als durch die Blätter verdunstet.

Nehmen wir ferner an, daß dieses Regenwasser, mit humus saurem Kalk (dem verbreitetsten und an Humus säure reichsten ihrer Salze) gesättigt, von den Wurzeln aufgenommen werde, so nimmt die Pflanze durch dieses Wasser, da 1 Theil humus saurer Kalk 2000 Theile Wasser zu seiner Auflösung bedarf, 350 Pfd. Humus säure auf.

Es wachsen aber auf diesem Felde 2580 Pfd. Getreide (Stroh und Korn, die Wurzeln nicht gerechnet) oder 20,000 Pfd. Kunkelrüben (ohne die Blätter und kleinen Wurzeln). Man sieht leicht ein, daß diese 350 Pfd. Humus säure noch nicht genügen, um Rechenschaft über den Kohlenstoffgehalt der Blätter und Wurzeln zu geben, und da man weiß, daß von dem Regenwasser, was auf die Oberfläche der Erde fällt, verhältnißmäßig nur ein sehr kleiner Theil aufgesaugt wird und durch die Blätter der Pflanze verdunstet, so verringert sich die Kohlenstoffmenge, welche die Humus säure denkbarer Weise liefern kann, wenn man sie mit der wirklich producirten vergleicht, auf eine beinahe verschwindende Menge

Betrachtungen anderer und höherer Art widerlegen die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise der Humus- säure auf eine so entscheidende und zweifellose Weise, daß man im Grunde nicht begreift, wie man überhaupt dazu gelangen konnte.

Die Felder produciren Kohlenstoff in der Form von Holz, von Heu, von Getreide und andern Culturgewächsen, deren Massen außerordentlich ungleich sind.

Auf 2500 Quadratmeter Wald von mittlerem Boden wachsen 2650 Pfd. lufttrocknes Tannen-, Fichten-, Birken- u. Holz.

Auf derselben Fläche Wiesen erhält man im Durchschnitt 2500 Pfd. Heu.

Die nemliche Fläche Getreideland liefert 18000—20000 Pfd. Runkelrüben.

Auf derselben Fläche gewinnt man 800 Pfd. Roggen und 1780 Pfd. Stroh, im Ganzen also 2580 Pfd.

100 Thle. lufttrocknes Tannenholz enthalten 38 Thle. Kohlenstoff; obige 2650 Pfd. Holz enthalten demnach 1007 Pfd. Kohlenstoff.

100 Thle. lufttrocknes Heu *) enthalten 40,73 Thle. Kohlenstoff; obige 2500 Pfd. Heu enthalten demnach 1018 Pfd. Kohlenstoff.

Die Runkelrüben enthalten 89 bis 89,5 Thle. Wasser und 10,5 bis 11 Thle. feste Substanz. Die letztere enthält 40 p. c. Kohlenstoff **).

*) 100 Theile Heu, bei 100° getrocknet, mit Kupferoxyd in einem Strom Sauerstoffgas verbrannt, lieferten 51,93 Wasser, 166,8 Kohlen- säure und 6,82 Asche. Dies giebt 45,87 Kohlenstoff, 5,76 Wasserstoff, 41,55 Sauerstoff, 6,82 Asche. Das lufttrockne Heu verliert bei 100° erhöht 11,2 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

**) I. 0,8075 trockne Rüben lieferten 0,416 Wasser und 1,155 Kohlen-

20,000 Pfd. Kunkelrüben enthalten hiernach, den Kohlenstoff der Blätter nicht berechnet, 880 Pfd. Kohlenstoff.

100 Pfd. Stroh *) enthalten lufttrocken 38 p. c. Kohlenstoff. 1780 Pfd. Stroh enthalten demnach 676 Pfd. Kohlenstoff. In 100 Thln. Korn sind 46 Thle. Kohlenstoff enthalten; in 800 Pfd. mithin 368 Pfd. Beide zusammen geben 1044 Pfd. Kohlenstoff.

2500 Quadratmeter Wald bringen mithin hervor	an Kohlenstoff 1007 Pfd.
„ „ Wiese	1018 Pfd.
„ „ Culturland, Kunkelrüben ohne Blätter . . .	880 Pfd.
„ „ „ Getreide	1044 Pfd.

Aus diesen unverwerflichen Thatfachen muß geschlossen werden, daß gleiche Flächen culturfähiges Land eine gleiche Quantität Kohlenstoff hervorzubringen vermögen; aber wie unendlich verschieden sind die Bedingungen des Wachstums der Pflanzen gewesen, die man darauf gezogen hat.

Wo nimmt, muß man fragen, das Gras auf den Wiesen, das Holz in dem Walde seinen Kohlenstoff her, da man ihm keinen Kohlenstoff als Nahrung zugeführt hat, und woher kommt es, daß der Boden, weit entfernt, an Kohlenstoff ärmer zu werden, sich jährlich noch verbessert?

Jedes Jahr nehmen wir dem Wald, der Wiese eine gewisse Quantität von Kohlenstoff in der Form von Heu und

säure. II. 0,400 gaben 0,201 Wasser und 0,595 Kohlenensäure (Dr. Will.)

*) Die Analyse des Strohes, auf dieselbe Weise ausgeführt, gab für 100 Theile, bei 100° getrocknet, 46,37 Kohlenstoff, 5,68 Wasserstoff, 43,93 Sauerstoff, 4,02 Asche; das lufttrockne Stroh verliert bei der Siedhize 18 p. c. Wasser. (Dr. Will.)

Holz, und demungeachtet finden wir, daß der Kohlenstoffgehalt des Bodens zunimmt, daß er an Humus reicher wird.

Wir ersetzen, so sagt man, dem Getreide und Fruchtland durch den Dünger, den als Kraut, Stroh, als Samen oder Frucht hinweggenommenen Kohlenstoff wieder, und dennoch bringt dieser Boden nicht mehr Kohlenstoff hervor, als der Wald und die Wiese, denen er nie ersetzt wird. Ist es denkbar, daß die Geseze der Ernährung der Pflanzen durch die Cultur geändert werden können, daß für das Getreide und die Futtergewächse andere Quellen des Kohlenstoffs existiren als für das Gras und die Bäume in den Wiesen und Wäldern?

Niemanden wird es in den Sinn kommen, den Einfluß des Düngers auf die Entwicklung der Culturgewächse zu leugnen, allein mit positiver Gewißheit kann man behaupten, daß es kein Kohlenstoff nicht ist, durch welchen seine unzweifelhaft nützliche Wirkung auf die Entwicklung der Pflanze ausgeübt wurde; denn wir finden ja, daß der Kohlenstoff, vom gedüngten Lande hervorgebracht, nicht mehr beträgt, als der Kohlenstoff des ungedüngten. Die Frage nach der Wirkungsweise des Düngers hat mit der nach dem Ursprung des Kohlenstoffs nicht das Geringste zu thun. Der Kohlenstoff der Vegetabilien muß nothwendigerweise aus einer andern Quelle stammen, und da es der Boden nicht ist, der ihn liefert, so kann diese nur die Atmosphäre sein.

Bei der Lösung des Problems über den Ursprung des Kohlenstoffs in den Pflanzen hat man durchaus unberücksichtigt gelassen, daß diese Frage gleichzeitig den Ursprung des Humus umfaßt.

Der Humus entsteht nach Aller Ansicht durch Fäulniß und Verwesung von Pflanzen und Pflanzentheilen; eine Urhammerde, einen Urhumus kann es also nicht geben, denn es waren vor dem Humus Pflanzen vorhanden. Wo nahmen nun diese ihren Kohlenstoff her, und in welcher Form ist der Kohlenstoff in der Atmosphäre enthalten?

Diese beiden Fragen umfassen zwei der merkwürdigsten Naturerscheinungen, welche, gegenseitig ununterbrochen in Thätigkeit, das Leben und Fortbestehen der Thiere und Vegetabilien auf unendliche Zeiten hinaus auf die bewunderungswürdigste Weise bedingen und vermitteln.

Die eine dieser Fragen bezieht sich auf den unveränderlichen Gehalt der Luft an Sauerstoff: zu jeder Jahreszeit und in allen Klimaten hat man darin in 100 Volum-Theilen 21 Volum Sauerstoff mit so geringen Abweichungen gefunden, daß sie als Beobachtungsfehler angesehen werden müssen.

So außerordentlich groß nun auch der Sauerstoffgehalt der Luft bei einer Berechnung sich darstellt, so ist seine Menge dennoch nicht unbegrenzt, sie ist im Gegentheil eine erschöpfbare Größe.

Wenn man nun erwägt, daß jeder Mensch in 24 Stunden 57,2 Cubicfuß (heftische) Sauerstoff in dem Athmungsproceß verzehrt, daß 10 Ctr. Kohlenstoff bei ihrem Verbrennen 58112 Cubicfuß Sauerstoff verzehren, daß eine einzige Eisenhütte Hunderte von Millionen Cubicfuß, daß eine kleine Stadt, wie Gießen, in dem zum Heizen dienenden Holz allein über 1000 Millionen Cubicfuß Sauerstoff der Atmosphäre entziehen, so bleibt es völlig ungreiflich, wenn keine Ursache existirt, durch welche der hinweggenommene Sauerstoff wieder ersetzt wird, wie es mög-

lich sein kann, daß nach Zeiträumen, die man in Zahlen nicht auszudrücken weiß*), der Sauerstoffgehalt der Luft nicht kleiner geworden ist, daß die Luft in den Thränenkrügen, die vor 1800 Jahren in Pompeji verschüttet wurden, nicht mehr davon, als wie heute enthält. Woher kommt es also, daß dieser Sauerstoffgehalt eine Größe ist, die sich nie ändert?

Die Beantwortung dieser Frage hängt mit einer andern auß's engste zusammen, wo die Kohlensäure nemlich hin- kommt, die durch das Athmen der Thiere, durch Verbrennungsprocesse gebildet wird. Ein Cubicfuß Sauerstoff, der sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure vereinigt, ändert sein Volumen nicht; aus den Billionen Cubicfuß verzehrten Sauerstoffgases sind eben so viel Billionen Cu-

*) Wenn die Atmosphäre überall dieselbe Dichte wie an der Meeresfläche hätte, so wäre sie 24555 par. Fuß hoch. Da hierin der Wasserdampf mit eingeschlossen ist, so kann man ihre Höhe zu 1 geogr. Meile = 22843 par. Fuß annehmen. Der Radius der Erde = 860 solcher Meilen gesetzt, so ergibt sich

das Volum der Atmosphäre = 9307500 Cubicmeilen,

das Volum des Stickstoffs = 1954578 „

das Volum der Kohlensäure = 3862,7 „

Ein Mann verbraucht täglich = 45000 par. Cubic Zoll Sauerstoff, im Jahre mithin 9505,2 Cubicfuß. Tausend Millionen Menschen verbrauchen mithin 9 Billionen fünfshundert fünftausend zweihundert Millionen Cubicfuß. Man kann ohne Uebertreibung annehmen, daß die Thiere und Verwesungs- und Verbrennungsprocesse doppelt so viel verbrauchen. Hieraus geht hervor, daß jährlich 2,392355 Cubicmeilen Sauerstoff, in runder Summe 2,4 Cubicmeilen, verzehrt werden, in Smal hunderttausend Jahren würde die Atmosphäre keine Spur Sauerstoff mehr enthalten, allein in weit früherer Zeit würde sie für Respiration- und für Verbrennungsprocesse gänzlich untauglich sein, da sie schon bei einer Verminderung ihres Sauerstoffgehalts auf 8 p. c. (die durch Lungen eingeathmete Luft enthält 12,5 bis 13 Sauerstoffgas und 8,5 bis 8 kohlen-saures Gas) für das Leben der Thiere tödtlich wirkt und brennende Körper darin nicht mehr fortbrennen.



bicfuß Kohlen Säure entstanden und in die Atmosphäre gesendet worden.

Durch die genauesten und zuverlässigsten Versuche ist von de Saussure ausgemittelt worden, daß die Luft, dem Volumen nach, im Mittel aller Jahreszeiten nach dreijährigen Beobachtungen 0,000415 Volumentheile Kohlen Säure enthält.

Die Beobachtungsfehler, welche diesen Gehalt verkleinern mußten, in Anschlag gebracht, kann man annehmen, daß das Gewicht der Kohlen Säure nahe $\frac{1}{1000}$ des Gewichts der Luft beträgt.

Dieser Gehalt wechselt nach den Jahreszeiten, er ändert sich aber nicht in verschiedenen Jahren.

Wir kennen Thatfachen, die uns zur Vermuthung berechtigen, daß der Kohlen Säuregehalt der Luft vor Jahrtausenden weit beträchtlicher war, als heute, man sollte demungeachtet denken, daß ihn die ungeheuren Massen Kohlen Säure, welche jährlich in der Atmosphäre der vorhandenen sich hinzufügen, von Jahr zu Jahr bemerkbar hätten vergrößern müssen, allein bei allen früheren Beobachtern findet man ihn um die Hälfte bis zum zehnfachen Volumen höher angegeben, woraus man höchstens schließen kann, daß er sich vermindert hat.

Man bemerkt leicht, daß die im Verlauf der Zeit stets unveränderlichen Mengen von Kohlen Säure und Sauerstoffgas in der Atmosphäre zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen müssen; es muß eine Ursache vorhanden sein, welche die Anhäufung der Kohlen Säure hindert, und die sich bildende unaufhörlich wieder entfernt; es muß eine Ursache geben, durch welche der Luft der Sauerstoff wieder ersetzt wird, den sie durch Verbrennungsprocesse, durch Verwesung und durch die Respiration der Menschen und Thiere verliert.

Beide Ursachen vereinigen sich zu einer einzigen in dem Lebensproceß der Vegetabilien.

2*



In den vorhergehenden Beobachtungen ist der Beweis niedergelegt worden, daß der Kohlenstoff der Vegetabilien ausschließlich aus der Atmosphäre stammt.

In der Atmosphäre existirt nun der Kohlenstoff nur in der Form von Kohlenäure, also in der Form einer Sauerstoffverbindung.

Die Hauptbestandtheile der Vegetabilien, gegen deren Masse die Masse der übrigen verschwindend klein ist, enthalten, wie oben erwähnt wurde, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers; alle zusammen enthalten weniger Sauerstoff, als die Kohlenäure.

Es ist demnach gewiß, daß die Pflanzen, indem sie den Kohlenstoff der Kohlenäure sich aneignen, die Fähigkeit besitzen müssen, eine Zerlegung der Kohlenäure zu bewirken; die Bildung ihrer Hauptbestandtheile setzt eine Trennung des Kohlenstoffes von dem Sauerstoff voraus; der letztere muß, während dem Lebensproceß der Pflanze, während sich der Kohlenstoff mit dem Wasser oder seinen Elementen verbindet, an die Atmosphäre wieder zurückgegeben werden. Für jedes Volumen Kohlenäure, deren Kohlenstoff Bestandtheil der Pflanze wird, muß die Atmosphäre ein gleiches Volumen Sauerstoff empfangen.

Diese merkwürdige Fähigkeit der Pflanzen ist durch zahllose Beobachtungen auf das unzweifelhafteste bewiesen worden; ein Jeder kann sich mit den einfachsten Mitteln von ihrer Wahrheit überzeugen.

Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen saugen nemlich kohlensaures Gas ein und hauchen ein ihm gleiches Volumen Sauerstoffgas aus.

Die Blätter und grünen Theile besitzen dieses Vermögen selbst dann noch, wenn sie von der Pflanze getrennt

sind; bringt man sie in diesem Zustande in Wasser, welches Kohlensäure enthält, und setzt sie dem Sonnenlichte aus, so verschwindet nach einiger Zeit die Kohlensäure gänzlich, und stellt man diesen Versuch unter einer mit Wasser gefüllten Glasglocke an, so kann man das entwickelte Sauerstoffgas sammeln und prüfen; wenn die Entwicklung von Sauerstoffgas aufhört, ist auch die gelöste Kohlensäure verschwunden; setzt man aufs neue Kohlensäure hinzu, so stellt sie sich von neuem ein.

In einem Wasser, welches frei von Kohlensäure ist, oder ein Alkali enthält, was sie vor der Assimilation schützt, entwickeln die Pflanzen kein Gas.

Diese Beobachtungen sind zuerst von Priestley und Sennebler gemacht, und von de Saussure ist in einer Reihe vortrefflich ausgeführter Versuche bewiesen worden, daß mit der Abscheidung des Sauerstoffs, mit der Zersetzung der Kohlensäure die Pflanze an Gewicht zunimmt. Diese Gewichtsvermehrung beträgt mehr, als der Quantität des aufgenommenen Kohlenstoffs entspricht, was vollkommen der Vorstellung gemäß ist, daß mit dem Kohlenstoff gleichzeitig die Elemente des Wassers von der Pflanze assimilirt werden.

Ein eben so erhabener als weiser Zweck hat das Leben der Pflanzen und Thiere auf eine wunderbar einfache Weise aufs engste an einander geknüpft.

Ein Bestehen einer reichen üppigen Vegetation kann gedacht werden ohne Mitwirkung des thierischen Lebens, aber die Existenz der Thiere ist ausschließlich an die Gegenwart, an die Entwicklung der Pflanzen gebunden.

Die Pflanze liefert nicht allein dem thierischen Organismus in ihren Organen die Mittel zur Ernährung, zur Erneuerung und Vermehrung seiner Masse, sie entfernt nicht

nur aus der Atmosphäre die schädlichen Stoffe, die seine Existenz gefährden, sondern sie ist es auch allein, welche den höhern organischen Lebensproceß, die Respiration, mit der ihr unentbehrlichen Nahrung versieht; sie ist eine unverstegbare Quelle des reinsten und frischesten Sauerstoffgases, sie ersetzt der Atmosphäre in jedem Momente, was sie verlor.

Alle übrigen Verhältnisse gleich gesetzt, athmen die Thiere Kohlenstoff aus, die Pflanzen athmen ihn ein; das Medium, in dem es geschieht, die Luft, kann in ihrer Zusammensetzung nicht geändert werden.

Ist nun, kann man fragen, der dem Anschein nach so geringe Kohlen säuregehalt der Luft, ein Gehalt, der dem Gewicht nach nur $\frac{1}{10}$ p. c. beträgt, überhaupt nur genügend, um den Bedarf der ganzen Vegetation auf der Oberfläche der Erde zu befriedigen, ist es möglich, daß dieser Kohlenstoff aus der Luft stammt?

Diese Frage ist unter allen am leichtesten zu beantworten. Man weiß, daß auf jedem hess. Quadratfuß der Oberfläche der Erde eine Luftsäule ruht, welche 1295 Pfd. hess. wiegt; man kennt den Durchmesser und damit die Oberfläche der Erde; man kann mit der größten Genauigkeit das Gewicht der Atmosphäre berechnen; der tausendste Theil dieses Gewichts ist Kohlen säure, welche etwas über 27 p. c. Kohlenstoff enthält. Aus dieser Berechnung ergibt sich nun, daß die Atmosphäre 2800 Billionen Pfd. Kohlenstoff enthält, eine Quantität, welche mehr beträgt, als das Gewicht aller Pflanzen, der bekannten Stein- und Braunkohlenlager auf dem ganzen Erdkörper zusammen genommen. Dieser Kohlenstoff ist also mehr als hinreichend, um dem Bedarf zu genügen. Der Kohlenstoffgehalt des Meerwassers ist verhältnismäßig noch größer.

Nehmen wir an, daß die Oberfläche der Blätter und grünen Pflanzentheile, durch welche die Absorption der Kohlenensäure geschieht, doppelt so viel beträgt, als die Oberfläche des Bodens, auf dem die Pflanze wächst, was beim Wald, bei den Wiesen und Getreidefeldern, die den meisten Kohlenstoff produciren, weit unter der wirklich thätigen Oberfläche ist; nehmen wir ferner an, daß von einer zwei Fuß hohen Luftschicht, die über einem Morgen schwebt, von 80000 Cubicfuß also, in jeder Zeitsecunde, 8 Stunden täglich, der Luft 0,00067 ihres Volums oder $\frac{1}{1000}$ ihres Gewichts an Kohlenensäure entzogen wird, so nehmen diese Blätter in 200 Tagen 1000 Pfd. Kohlenstoff auf*).

So lange die Functionen der Organe einer Pflanze durch Widerstände nicht unterdrückt sind, ist in dem Leben einer Pflanze kein Stillstand denkbar. Die Wurzeln und alle Theile derselben, welche die nämliche Fähigkeit besitzen, saugen beständig Wasser, sie athmen Kohlenensäure ein; diese Fähigkeit

*) Wie viel Kohlenensäure der Luft in einer gegebenen Zeit entzogen werden kann, giebt folgende Rechnung zu erkennen: Bei dem Weißen eines kleinen Zimmers von 105 Meter Fläche (Wände und Decke zusammengenommen) erhält es in 4 Tagen 6 Anstriche mit Kalkmilch, es wird ein Ueberzug von kohlensaurem Kalk gebildet, zu welchem die Luft die Kohlenensäure liefert. Nach einer genauen Bestimmung erhält ein Quadratdecimeter Fläche einen Ueberzug von kohlensaurem Kalk, welcher 0,732 Grm. wiegt. Obige 105 Meter sind mithin bedeckt mit 7686 Grm. kohlensaurem Kalk, welche 4325,6 Grm. Kohlenensäure enthalten. Das Gewicht eines Cubicdecimeters Kohlenensäure zu 2 Grm. angenommen (er wiegt 1,97978 Grm.), absorbirt mithin obige Fläche 2,193 Cubicmeter Kohlenensäure in 4 Tagen.

Ein Morgen Land = 2500 Quadratmeter würde bei einer gleichen Behandlung in 4 Tagen $51\frac{1}{2}$ Cubicmeter Kohlenensäure = 3296 Cubicfuß Kohlenensäure absorbiren, in zweihundert Tagen würde dies 257 Cubicmeter = 164,800 Cubicfuß = 10,300 Pfd. Kohlenensäure = 2997 Pfd. Kohlenstoff, also etwa dreimal mehr betragen, als die Blätter und Wurzeln der Pflanzen, die auf diesem Boden wachsen, wirklich assimiliren.

ist unabhängig von dem Sonnenlichte; die Kohlensäure häuft sich während der Nacht in allen Theilen der Pflanze an, und erst von dem Augenblicke an, wo das Licht auf sie einwirkt, geht die Zerlegung der Kohlensäure, die Assimilation des Kohlenstoffs, die Aushauchung von Sauerstoffgas vor sich; erst in dem Momente, wo der Keim die Erde durchbricht, färbt er sich von der äußersten Spitze abwärts, die eigentliche Holzbildung nimmt damit ihren Anfang.

Die atmosphärische Luft ist in beständiger Bewegung, so wohl in horizontaler als in vertikaler Richtung; derselbe Ort ist abwechselnd umgeben von Luft, die von den Polen oder von dem Aequator kommt. Ein sehr schwacher Wind legt in einer Stunde sechs Meilen, und in weniger als acht Tagen die Strecke zurück, die uns von den Tropen oder dem Pole scheidet, und wenn im Winter in den kalten und gemäßigten Zonen die Pflanzenwelt aufhört, den durch Verbrennungs- und Athmungsprocesse der Luft entzogenen Sauerstoff zu ersetzen, so sind es die Gegenden, in denen die Vegetation sich in vollster Thätigkeit befinden, welche uns den dort in Freiheit gesetzten Sauerstoff zusenden; derselbe Luftstrom, welcher, veranlaßt durch die Erwärmung und Umbrehung der Erde, seinen Weg von dem Aequator zu den Polen zurückgelegt hat, bringt uns, zu dem Aequator zurückkehrend, den dort erzeugten Sauerstoff und führt ihm die Kohlensäure unserer Winter zu.

Die Versuche von de Saussure haben dargethan, daß die oberen Schichten der Luft mehr Kohlensäure als die unteren enthalten, die mit den Pflanzen sich in Berührung befinden, und daß der Kohlensäuregehalt der Luft größer ist bei Nacht, als bei Tage, wo das eingesaugte kohlen-saure Gas zerlegt wird.

Die Pflanzen verbessern die Luft, indem sie die Kohlen-

säure entfernen, indem sie den Sauerstoff erneuern; dieser Sauerstoff kommt Menschen und Thieren zuerst und unmittelbar zu gut. Die Bewegung der Luft in horizontaler Richtung bringt uns so viel zu, als sie hinwegführt; der Luftwechsel von unten nach oben, in Folge der Ausgleichung der Temperaturen, ist, verglichen mit dem Wechsel durch Winde, verschwindend klein.

Die Cultur erhöht den Gesundheitszustand der Gegenden; mit dem Aufhören aller Cultur werden sonst gesunde Gegenden unbewohnbar.

Die Braunkohlen, Steinkohlen und Torflager sind die Ueberreste einer unendlich reichen, seit Jahrtausenden untergegangenen Vegetation; der Kohlenstoff, den sie enthalten, stammt aus der Atmosphäre, in der Form von Kohlenensäure wurde er von den Pflanzen daraus aufgenommen.

Es ist klar, die Atmosphäre der Jetztzeit muß reicher sein an Sauerstoff, als die der Urwelt. Der Ueberschuß, den sie mehr enthält, muß genau dem Volumen der Kohlenensäure gleich sein, welche zur Nahrung dieser urweltlichen Pflanzen gebietet hat, er muß dem Kohlenstoff und Wasserstoff, die wir in ihren Ueberresten abgelagert finden, entsprechen.

Mit der Ablagerung von zehn Cubicfuß Splintkohle (von Newcastle spec. Gew. 1228 Formel $C_{24}H_{26}O$) sind der Atmosphäre über achtzehntausend Cubicfuß Kohlenensäure entzogen worden; sie wurde um ein diesem gleiches Volum an reinem Sauerstoff reicher, ihr Gehalt wurde ferner vergrößert um 4480 Cubicfuß Sauerstoff von dem zerlegten Wasser, dessen Wasserstoff diese 10 Cubicfuß Kohle enthalten.

Die Atmosphäre der Urwelt war ärmer an Sauerstoff, sie war aber reicher an Kohlenensäure, einer der Hauptbedingungen einer üppigen Vegetation. (Brogniart.)

Mit dem Untergange dieser unermesslich ausgebreiteten Pflanzenwelt waren die Bedingungen des Bestehens und der Fortdauer der höhern Thierwelt vorhanden.

Wenn auf der Oberfläche der Erde durch Anhäufung von lebenden Geschöpfen oder durch Verbrennungsproceffe die Kohlensäurebildung zunimmt, so erhält damit an diesem oder einem andern Orte die Vegetation einen Ueberschuß an Nahrungsstoff. Durch den Uebergang des Kohlenstoffs dieser Kohlensäure zu einem Bestandtheil der wildwachsenden oder Culturpflanzen wird das Gleichgewicht des Sauerstoffgehalts wieder hergestellt. Mit dem Erscheinen der Menschen war die Unveränderlichkeit des Sauerstoff- und Kohlensäuregehalts der Atmosphäre für immer festgesetzt.

Wir erkennen in dem Leben der Pflanze, in der Assimilation des Kohlenstoffs, als der wichtigsten ihrer Functionen, eine Sauerstoffausscheidung, man kann sagen, eine Sauerstoffzeugung.

Keine Materie kann als Nahrung der Pflanze angesehen werden, deren Zusammensetzung ihrer eigenen gleich oder ähnlich ist, deren Assimilation also erfolgen könnte, ohne dieser Function zu genügen.

In dem zweite Theile sind die Beweise niedergelegt, daß die in Verwesung begriffene Holzfaser, der Humus, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers ohne überschüssigen Sauerstoff enthält; ihre procentige Zusammensetzung weicht nur insofern von der des Holzes ab, als sie reicher an Kohlenstoff ist.

Die Pflanzenphysiologen haben die Bildung der Holzfaser aus Humus für sehr begreiflich erklärt, denn, sagen sie (Meyen, Pflanzenphysiologie II. S. 141), der Humus darf nur Wasser chemisch binden, um die Bildung von Holzfaser, Stärke oder Zucker zu bewirken.

Die nämlichen Naturforscher haben aber die Erfahrung gemacht, daß Zucker, Amylon und Gummi in ihren wässrigen Auflösungen von den Wurzeln der Pflanzen eingesaugt und in alle Theile der Pflanze geführt werden, allein sie werden von der Pflanze nicht assimilirt, sie können zu ihrer Ernährung und Entwicklung nicht angewendet werden.

Es läßt sich nun kaum eine Form denken, bequemer für Assimilation, als die Form von Zucker, Gummi oder Stärke, denn diese Körper enthalten ja alle Elemente der Holzfaser, und stehen in Hinsicht auf ihre Zusammensetzung in dem nämlichen Verhältniß wie der Humus; allein sie ernähren die Pflanze nicht.

Eine durchaus falsche Vorstellung, ein Verkennen der wichtigsten Lebensfunctionen der Pflanze, liegt der Ansicht von der Wirkungsweise des Humus zum Grunde.

Die Analogie hat die unglückliche Vergleichung der Lebensfunctionen der Pflanzen mit denen der Thiere in dem Bett des Procrustes erzeugt, sie ist die Mutter, die Gebärerin aller Irthümer.

Materien, wie Zucker, Amylon u., welche Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten, sind Producte des Lebensprocesses der Pflanzen, sie leben nur, insofern sie diese erzeugen. Dasselbe muß von dem Humus gelten, denn er kann eben so wie diese, in Pflanzen gebildet werden. Smithson, Jameson und Thomson fanden, daß die schwarzen Ausschwizungen von kranken Ulmen, Eichen, und Rosskastanien aus Humusäure in Verbindung mit Alkalien bestehen.

Berzelius fand ähnliche Materien in den meisten Baumrinden. Kann man nun in der That voraussetzen, daß die kranken Organe einer Pflanze diejenige Materie zu er-

zeugen vermögen, der man die Fähigkeit zuschreibt, das Leben dieser Pflanze, ihr Gedeihen zu unterhalten!

Woher kommt es nun, kann man fragen, daß in den Schriften vieler Botaniker und Pflanzenphysiologen die Assimilation des Kohlenstoffs aus der Atmosphäre in Zweifel gestellt, daß von den meisten die Verbesserung der Luft durch die Pflanzen geleugnet wird?

Diese Zweifel sind hervorgegangen aus dem Verhalten der Pflanzen bei Abwesenheit des Lichtes, nämlich in der Nacht.

An die Versuche von Ingenhouß knüpfen sich zum großen Theil die Zweifel, welche der Ansicht entgegengestellt werden, daß die Pflanzen die Luft verbessern. Seine Beobachtung, daß die grünen Pflanzen im Dunkeln Kohlen- säure aushauchen, haben de Saussure und Grischor zu Versuchen geführt, aus denen sich herausgestellt hat, daß sie in der That Sauerstoff im Dunkeln einsaugen und dafür Kohlen- säure aushauchen, und daß die Luft, in welcher die Pflanzen im Dunkeln vegetiren, ihr Volumen vermindert; es ist hieraus klar, daß die Menge des absorbirten Sauer- stoffgases größer ist, als das Volumen der abgesehenen Kohlen- säure — wären beide gleich gewesen, so hätte keine Luftverminderung stattfinden können. Diese Thatsache kann nicht in Zweifel gezogen werden, allein die Interpretationen, die man ihr unterlegt hat, sind so vollkommen falsch, daß nur die gänzliche Nichtbeachtung und Unkenntniß der chemischen Beziehungen einer Pflanze zu der Atmosphäre, die sie umgibt, erklärt, wie man zu diesen Ansichten gelangen konnte.

Es ist bekannt, daß der indifferente Stickstoff, das Wasser- stoffgas, daß eine Menge anderer Gase eine eigenthümliche, meist schädliche Wirkung auf die lebenden Pflanzen ausüben.

Ist es nun denkbar, daß eins der kräftigsten Agentien, der Sauerstoff, wirkungslos auf eine Pflanze bliebe, sobald sie sich in dem Zustande des Lebens befindet, wo einer ihrer eigenthümlichen Assimilationsprocesse aufgehört hat?

Man weiß, daß mit der Abwesenheit des Lichtes die Zersetzung der Kohlensäure ihre Grenze findet. Mit der Nacht beginnt ein rein chemischer Proceß, in Folge der Wechselwirkung des Sauerstoffs der Luft auf die Bestandtheile der Blätter, Blüten und Früchte.

Dieser Proceß hat mit dem organischen Lebensproceß in der Pflanze nicht das Geringste gemein, denn er tritt in der todten Pflanze ganz in derselben Form auf, wie in der lebenden.

Es läßt sich mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit aus den bekannten Bestandtheilen der Blätter verschiedener Pflanzen vorausbestimmen, welche davon den meisten Sauerstoff im lebenden Zustande während der Abwesenheit des Lichtes absorbiren werden. Die Blätter und grünen Theile aller Pflanzen, welche flüchtige Oele, überhaupt aromatisch flüchtige Bestandtheile enthalten, die sich durch Aufnahme des Sauerstoffs in Harz verwandeln, werden mehr Sauerstoff einsaugen, als andere, welche frei davon sind. Andere wieder, in deren Saften sich die Bestandtheile der Galläpfel befinden oder stickstoffreiche Materien, werden mehr Sauerstoff aufnehmen, als die, worin diese Bestandtheile fehlen. Die Beobachtungen de Saussure's sind entscheidende Beweise für dieses Verhalten, während die *Agave americana* mit ihren fleischigen geruch- und geschmacklosen Blättern nur 0,3 ihres Volumens Sauerstoff in 24 Stunden im Dunkeln absorbirt, nehmen die mit flüchtigem, verharzbarem Oel durchdrungenen Blätter der *Pinus abies* die 10fache, die gerbsäurehaltigen der *Quercus robur* die 14fache, die balsami-

schen Blätter der *Populus alba* die 21fache Menge des von der *Agave americana* eingefaugten Sauerstoffs auf. Wie zweifellos und augenscheinlich zeigt sich diese chemische Action in den Blättern der *Cotyledon Calycina*, der *Cacalia ficoides* und anderen, sie sind des Morgens sauer wie Sauerampfer, gegen Mittag geschmacklos, am Abend bitter. In der Nacht findet also ein reiner Säurebildungs-, Drydationsproceß Statt, am Tage und gegen Abend stellt sich der Proceß der Sauerstoffausscheidung ein; die Säure geht in Substanzen über, welche Wasserstoff und Sauerstoff im Verhältniß wie im Wasser, oder noch weniger Sauerstoff enthalten, wie in allen geschmacklosen und bitteren Materien.

Ja man könnte aus den verschiedenen Zeiten, welche die grünen Blätter der Pflanzen bedürfen, um durch den Einfluß der atmosphärischen Luft ihre Farbe zu ändern, die absorbirten Sauerstoffmengen annähernd bestimmen. Diejenigen, welche sich am längsten grün erhalten, werden in gleichen Zeiten weniger Sauerstoff aufnehmen als andere, deren Bestandtheile eine rasche Veränderung erfahren. Man findet in der That, daß die Blätter von *Ilex aquifolium*, ausgezeichnet durch die Beständigkeit, mit welcher sie ihre Farbe bewahren, 0,86 ihres Volumens Sauerstoff in derselben Zeit aufnehmen, in welcher die so leicht und schnell ihre Farbe verändernden Blätter der Pappel und Buche, die eine das 8fache, die andere das 9½fache ihres Volumens absorbiren. (de Saussure.)

Das Verhalten der grünen Blätter der Eiche, Buche und Stechpalme, welche unter der Luftpumpe bei Abschluß des Lichtes getrocknet und nach Befeuchtung mit Wasser unter eine graduirte Glocke mit Sauerstoffgas gebracht werden, entfernt jeden Zweifel über diesen chemischen Proceß.

Alle vermindern das Volumen des eingeschlossenen Sauerstoffgases, und zwar in dem nämlichen Verhältniß, als sie ihre Farbe ändern. Diese Luftverminderung kann nur auf der Bildung von höheren Dryden, oder einer Drydation des Wasserstoffes der an diesem Elemente reichen Bestandtheile der Pflanzen beruhen.

Die Eigenschaft der grünen Blätter, Sauerstoff aufzunehmen, gehört aber auch dem frischen Holze an, gleichgültig ob es von Zweigen oder dem Innern eines Stammes genommen worden ist. Bringt man es in dem feuchten Zustande, wie es vom Baume gewonnen wird, in feinen Spänen unter eine Glocke mit Sauerstoffgas, so findet man stets im Anfange das Volumen des Sauerstoffes verringert; während das trockne befeuchtete Holz, welches eine Zeitlang der Atmosphäre ausgesetzt gewesen ist, den umgebenden Sauerstoff in Kohlenäure ohne Aenderung des Volumens verwandelt, nimmt also das frische Holz mehr Sauerstoff auf*).

Die Herren Peteresen und Schödl er haben durch sorgfältige Elementaranalyse von 24 verschiedenen Holzarten bewiesen, daß sie Kohlenstoff, die Elemente des Wassers und noch außerdem eine gewisse Menge Wasserstoff im Ueberschuß enthalten; das Eichenholz, frisch vom Baume ge-

*) Wenn bei Ueberschwemmungen durch das Austreten von Flüssen die Wohnungen unter Wasser gesetzt werden, zeigt sich diese Eigenschaft des Holzes als eine Ursache tödtlicher Krankheiten. Nach dem Ab-
lauf des Wassers bleibt alles Holz der Wohnhäuser mit Wasser durchdrungen zurück, was nur sehr langsam verdunstet. In dem feuchten Zustande nun ist das Holz ein wahrer Sauerstoffsauger; die Luft in den Räumen, wo sich Menschen und Thiere aufhalten, wird aber nicht allein ihres Sauerstoffes beraubt, sondern es häuft sich darin kohlenäures Gas an, was in einem gewissen Verhältniß (7—8 p. c.) eine direct verderbliche Wirkung ausübt.

nommen und bei 100° getrocknet, enthielt 49,432 Kohlenstoff, 6,069 Wasserstoff und 44,499 Sauerstoff.

Die Quantität Wasserstoff, welche nöthig ist, um mit 44,499 Sauerstoff Wasser zu bilden, ist $\frac{1}{8}$ dieser Quantität, nämlich 5,56, es ist klar, daß das Eichenholz $\frac{1}{12}$ mehr Wasserstoff enthält, als diesem Verhältniß entspricht; Pinus larix, Abies und Picea enthalten $\frac{1}{7}$, die Linde (*Tilia europaea*) sogar $\frac{1}{5}$ mehr Wasserstoff: man sieht leicht, daß der Wasserstoffgehalt in einiger Beziehung steht zu dem specifischen Gewichte; die leichten Holzarten enthalten mehr davon als die schweren; das Ebenholz (*Diospyros Ebenum*) enthält genau die Elemente des Wassers.

Der Unterschied in der Zusammensetzung der Holzarten von der reinen Holzfaser beruht unleugbar auf der Gegenwart von wasserstoffreichen und sauerstoffarmen, zum Theil löslichen Bestandtheilen, in Harz und andern Stoffen, deren Wasserstoff sich in der Analyse zu dem der Holzfaser addirt.

Wenn nun, wie erwähnt worden ist, das in Verwesung begriffene Eichenholz Kohle und die Elemente des Wassers ohne Ueberschuß an Wasserstoff enthält, wenn es während seiner Verwesung das Volumen der Luft nicht ändert, so muß nothwendig dieses Verhältniß im Beginn der Verwesung ein anderes gewesen sein, denn in den wasserstoffreichen Bestandtheilen des Holzes ist der Wasserstoff vermindert worden, und diese Verminderung kann nur durch eine Absorption des Sauerstoffs bewirkt worden sein.

Die meisten Pflanzenphysiologen haben die Aushauchung der Kohlensäure während der Nacht mit der Aufnahme von Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in Verbindung gebracht, sie betrachteten diese Thätigkeit als den wahren Athmungs-

proceß der Pflanzen, welcher, wie bei den Thieren, eine Entfohlung zur Folge hat. Es giebt kaum eine Meinung, deren Basis schwankender, man kann sagen, unrichtiger ist.

Die von den Blättern, von den Wurzeln mit dem Wasser aufgenommene Kohlenäure wird mit der Abnahme des Lichtes nicht mehr zersezt, sie bleibt in dem Saft gelöst, der alle Theile der Pflanze durchbringt; in jedem Zeitmomente verbunstet mit dem Wasser aus den Blättern, eine ihrem Gehalt entsprechende Menge Kohlenäure.

Ein Boden, in welchem die Pflanzen kräftig vegetiren, enthält als eine nie fehlende Bedingung ihres Lebens, unter allen Umständen, eine gewisse Quantität Feuchtigkeit, nie fehlt in diesem Boden kohlenäures Gas, gleichgiltig, ob es von demselben aus der Luft aufgenommen oder durch die Verwesung von Vegetabilien erzeugt wird; kein Brunnen- oder Quellwasser, nie ist das Regenwasser frei von Kohlenäure; in keinerlei Perioden des Lebens einer Pflanze hört das Vermögen der Wurzel auf, Feuchtigkeit und mit derselben Luft und Kohlenäure einzusaugen.

Kann es nun auffallend sein, daß diese Kohlenäure mit dem verbunsteten Wasser von der Pflanze an die Atmosphäre unverändert wieder zurückgegeben wird, wenn die Ursache der Fixirung des Kohlenstoffs, wenn das Licht fehlt?

Diese Aushauchung von Kohlenäure hat mit dem Assimilationsproceß, mit dem Leben der Pflanze eben so wenig zu thun, als die Einsaugung des Sauerstoffs. Beide stehen mit einander nicht in der geringsten Beziehung, der eine ist ein rein mechanischer, der andere ein rein chemischer Proceß. Ein Docht von Baumwolle, den man in eine Lampe eintaucht, welche eine mit Kohlenäure gesättigte Flüssigkeit enthält, wird sich gerade so verhalten, wie eine lebende Pflanze

in der Nacht, Wasser und Kohlen Säure werden durch Capillarität aufgesaugt, beide verdunsten außerhalb an dem Dochte wieder *).

Pflanzen, welche in einem feuchten, an Humus reichen Boden leben, werden in der Nacht mehr Kohlen Säure aushauchen, als andere an trockenen Standörtern, nach dem Regen mehr als bei trockener Bitterung; alle diese Einflüsse erklären die Menge von Widersprüchen in den Beobachtungen, die man in Beziehung auf die Veränderung der Luft durch lebende Pflanzen oder durch abgeschnittene Zweige davon, bei Abschluß des Lichtes oder im gewöhnlichen Tageslichte gemacht hat: Widersprüche, welche keiner Beachtung werth sind, da sie nur Thatsachen feststellen, ohne die Frage zu lösen.

Es giebt aber noch andere entscheidende Beweise, daß die Pflanzen mehr Sauerstoff an die Luft abgeben, als sie überhaupt derselben entziehen, Beweise, die sich ohne besondere Vorrichtungen an den Pflanzen, welche unter Wasser leben, mit Sicherheit führen lassen.

Wenn die Oberfläche von Teichen und Gräben, deren Boden mit grünen Pflanzen bedeckt ist, im Winter gefriert, so daß das Wasser von der Atmosphäre völlig, durch eine Schicht klaren Eises abgeschlossen ist, so sieht man während des Tages und ganz vorzüglich während die Sonne auf das Eis fällt, unaufhörlich kleine Luftbläschen von den Spitzen der Blätter und kleineren Zweige sich lösen, die sich unter dem Eise zu großen Blasen sammeln; diese Luftblasen

*) Bougerie sah aus einem frisch abgeschnittenen Strunk eines im Safte stehenden Baumes einen ungeheuern Strom von Kohlen Säure sich ergießen, welcher offenbar durch die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen worden war. (Dumas, Leçon p. 71.)

sind reines Sauerstoffgas, was sich beständig vermehrt; weder bei Tage, wenn die Sonne nicht scheint, noch bei Nacht, läßt sich eine Verminderung beobachten. Dieser Sauerstoff rührt von der Kohlenäure her, die sich in dem Wasser befindet, und in dem Grade wieder ersetzt wird, als sie die Pflanzen hinwegnehmen; sie wird ersetzt durch fortschreitende Fäulnißprocesse der abgestorbenen Pflanzenüberreste. Wenn demnach diese Pflanzen Sauerstoffgas während der Nacht einsaugen, so kann seine Menge nicht mehr betragen, als das umgebende Wasser aufgelöst enthält, denn der in Gasform abgeschiedene wird nicht wieder aufgenommen.

H. Davy schnitt von einer Wiese ein Stück Rasen von vier Zoll im Quadrat und legte es in eine Porzellanschale, die in einem weiten Gefäße auf Wasser schwamm. Durch eine tubulirte Glasglocke, die er über das Ganze stürzte, sperrte er die äußere Luft von dem Grase völlig ab. Der Rasen wurde durch den Tubulus der Glocke von Zeit zu Zeit befeuchtet und dem Wasser, worauf die Schale mit dem Rasen schwamm, von Zeit zu Zeit etwas mit Kohlenäure gesättigtes Wasser zugefetzt.

Das Gras vegetirte also in einem abgesperrten bekannten Volumen Luft (230 Cubitzoll), was eine gewisse Menge gasförmige Kohlenäure enthielt. Bei dem Aussetzen dieser Vorrichtung zeigte sich nun, daß das Gasvolumen in der Glocke bei gewöhnlichem Tageslichte sich vergrößerte. Nach 8 Tagen betrug die Zunahme 30 Cubitzoll, und durch die Analyse fand sich, daß die Luft in der Glocke vier Procent Sauerstoff mehr enthielt, als die Luft außerhalb (Agric. Chem. 5te Vorlesung). Man sehe ferner die trefflichen Versuche von Daubeny, on the action of Light upon plants

and of plants upon the atmosphere. Philosophical transactions. Part. I. 1836.

In dem Vorhergehenden ist der Beweis niedergelegt, daß der Kohlenstoff der Pflanzen aus der Atmosphäre stammt; es sind nun die Wirkungen des Humus und der anorganischen Bestandtheile der Pflanzen, so wie der Antheil, den beide an der Entwickelung der Vegetation nehmen, und die Quellen des Stickstoffs zu beleuchten.

Ursprung und Verhalten des Humus.

Es ist in dem zweiten Theile auseinandergesetzt, daß alle Pflanzen und Pflanzentheile mit dem Aufhören des Lebens zwei Zerfetzungsprocesse erleiden, von denen man den einen Gährung oder Fäulniß, den andern Verwesung nennt.

Es ist gezeigt worden, daß die Verwesung einen langsamen Verbrennungsproceß bezeichnet, den Vorgang also, wo die verbrennlichen Bestandtheile des verwesenden Körpers sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden.

Die Verwesung des Hauptbestandtheiles aller Vegetabilien, der Holzfaser, zeigt eine Erscheinung eigenthümlicher Art.

Mit Sauerstoff in Berührung, mit Luft umgeben, verwandelt sie nämlich den Sauerstoff in ein ihm gleiches Volumen kohlenensaures Gas; mit dem Verschwinden des Sauerstoffs hört die Verwesung auf.

Wird dieses kohlenensaure Gas hinweggenommen und durch Sauerstoff ersetzt, so fängt die Verwesung von neuem

an, d. h. der Sauerstoff wird wieder in Kohlensäure verwandelt.

Die Holzfaser besteht nun aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers; von allem Andern abgesehen, geht ihre Verbrennung vor sich, wie wenn man reine Kohle bei sehr hohen Temperaturen verbrennt, gerade so, als ob kein Wasserstoff und Sauerstoff mit ihr in der Holzfaser verbunden wäre.

Die Vollendung dieses Verbrennungsprocesses erfordert eine sehr lange Zeit; eine unerlässliche Bedingung zu seiner Unterhaltung ist die Gegenwart von Wasser; Alkalien befördern ihn, Säuren verhindern ihn, alle antiseptischen Materien, schweflige Säure, Quecksilbersalze und brenzliche Oele heben ihn gänzlich auf.

Die in Verwesung begriffene Holzfaser ist der Körper, den wir Humus nennen.

In demselben Grade, als die Verwesung der Holzfaser vorangeschritten ist, vermindert sich ihre Fähigkeit, zu verwesen, d. h. das umgebende Sauerstoffgas in Kohlensäure zu verwandeln; zuletzt bleibt eine gewisse Menge einer braunen oder kohlenartigen Substanz zurück, die man Moder nennt; sie ist das Product der vollendeten Verwesung der Holzfaser. Der Moder macht den Hauptbestandtheil aller Braunkohlenlager und des Torfes aus. Bei Berührung mit Alkalien, Kalk, Ammoniak fährt die Verwesung des Moders fort.

In einem Boden, welcher der Luft zugänglich ist, verhält sich der Humus genau wie an der Luft selbst; er ist eine langsame äußerst andauernde Quelle von Kohlensäure.

Um jedes kleinste Theilchen des verwesenden Humus entsteht, auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, eine Atmosphäre von Kohlensäure.

In der Cultur wird, durch Bearbeitung und Auslockerung

der Erde, der Luft ein möglichst ungehinderter und freier Zutritt verschafft.

Ein so vorbereiteter und feuchter Boden enthält also eine Atmosphäre von Kohlensäure, und damit die erste und wichtigste Nahrung für die junge Pflanze, welche sich darauf entwickeln soll.

Im Frühlinge, wo die Organe fehlen, welche die Natur bestimmt hat, die Nahrung aus der Atmosphäre aufzunehmen, wo diese Organe erst gebildet werden, sind es die Bestandtheile des Samens, welche zuerst und ausschließlich zur Bildung der Wurzeln verwendet werden; mit jeder Wurzelfaser erhält die Pflanze einen Mund, eine Lunge, einen Magen.

Von dem Augenblicke an, wo sich die ersten Wurzelfasern gebildet haben, führen sie aus der Atmosphäre, in der sie sich befinden, aus dem Boden nämlich, Nahrung zu; von dem Humus stammt die Kohlensäure her.

Durch Auflockerung des Bodens um die junge Pflanze erneuern und vervielfältigen wir den Zutritt der Luft, wir begünstigen damit die Bildung der Kohlensäure; die Quantität der erzeugten Nahrung würde sich vermindern mit jeder Schwierigkeit, die sich im Boden dieser Lusterneuerung entgegenstellt; bei einem gewissen Grade der Entwicklung der Pflanze ist sie es selbst, welche diesen Luftwechsel bewirkt. Die Atmosphäre von Kohlensäure, welche den unverwesten Theil des Humus vor weiterer Veränderung schützt, wird von den feinen Wurzelhaaren, den Wurzeln selbst, aufgesaugt und hinweggenommen, sie wird ersetzt durch atmosphärische Luft, die ihren Platz einnimmt; die Verwesung schreitet fort, es wird auf Kosten ihres Sauerstoffs eine neue Quantität Kohlensäure gebildet. In dieser Zeit empfängt die Pflanze von den Wurzeln und äußeren Organen gleichzeitig Nahrung, sie schreitet rasch ihrer Vollendung entgegen.

Ist die Pflanze völlig entwickelt, sind ihre Organe der Ernährung völlig ausgebildet, so bedarf sie der Kohlensäure des Bodens nicht mehr.

In den heißen Sommermonaten, wo der Mangel an Feuchtigkeit die Zufuhr von Nahrungsstoff aus dem Boden hemmt, schöpft sie den Kohlenstoff ausschließlich aus der Luft.

Wir wissen bei den Pflanzen nicht, welche Höhe und Stärke ihnen die Natur angewiesen hat, wir kennen nur das gewöhnliche Maß ihrer Größe.

Als große werthvolle Seltenheiten sieht man in London und Amsterdam Eichbäume, von chinesischen Gärtnern gezogen, von anderthalb Fuß Höhe, deren Stamm, Rinde, Zweige und ganzer Habitus ein ehrwürdiges Alter erkennen lassen, und die kleine Teltower-Rübe wird in einem Boden, wo ihr frei steht, so viel Nahrung aufzunehmen, als sie kann, zu einem mehrere Pfunde schweren Dickwanst.

In einer gegebenen Zeit steht die Zunahme einer Pflanze an Masse, im Verhältniß zu der Anzahl und der Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, Nahrung zuzuführen. Bei gleicher Oberfläche verhält sich in zwei Pflanzen die Zunahme wie die Zeiten der thätigen Auffaugung. Die Nadelholzpflanzen, deren Oberfläche sich den größten Theil des Jahres hindurch in Thätigkeit befindet, nehmen unter gleichen Bedingungen mehr auf, als die Laubholzpflanzen, die ihre Blätter im Herbst verlieren. Mit jedem Blatt gewinnt die Pflanze einen Mund und Magen mehr.

Der Thätigkeit der Wurzeln, Nahrung aufzunehmen, wird nur durch Mangel eine Grenze gesetzt; ist sie im Ueberfluß vorhanden, und wird sie zur Ausbildung der vorhandenen Organe nicht völlig verzehrt, so kehrt dieser Ueber-

schuß nicht in den Boden zurück, sondern er wird in der Pflanze zur Hervorbringung von neuen Organen verwendet. Die fortbauernde Zufuhr an Kohlensäure durch einen an Humus reichen Boden muß auf die fortschreitende Entwicklung der Pflanze den entschiedensten Einfluß äußern, vorausgesetzt, daß die übrigen Bedingungen zur Assimilation des Kohlenstoffs sich vereinigt finden.

Neben der vorhandenen Zelle entsteht eine neue, neben dem entstandenen Zweig und Blatt entwickelt sich ein neuer Zweig, ein neues Blatt; ohne Ueberschuß an Nahrung wären diese nicht zur Entwicklung gekommen. Der in dem Samen entwickelte Zucker und Schleim verschwindet mit der Entwicklung der Knospen, grünen Triebe und Blätter.

Mit der Ausbildung, mit der Anzahl der Organe, der Zweige und Blätter, denen die Atmosphäre Nahrung liefert, wächst in dem nämlichen Verhältniß ihre Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen und an Masse zuzunehmen, denn diese Fähigkeit nimmt im Verhältniß wie ihre Oberfläche zu.

Die ausgebildeten Blätter, Triebe und Zweige bedürfen zu ihrer eigenen Erhaltung der Nahrung nicht mehr, sie nehmen an Umfang nicht mehr zu; um als Organe fortzubestehen, haben sie ausschließlich nur die Mittel nöthig, die Function zu unterhalten, zu der sie die Natur bestimmt hat, sie sind nicht ihrer selbst wegen vorhanden.

Wir wissen, daß diese Function in ihrer Fähigkeit besteht, die atmosphärischen Nahrungstoffe einzusaugen und unter dem Einfluß des Lichtes, bei Gegenwart von Feuchtigkeit, ihre Elemente sich anzueignen.

Diese Function ist unausgesetzt, von der ersten Entwicklung an, in Thätigkeit, sie hört nicht auf mit ihrer völligen Ausbildung.

Aber die neuen, aus dieser unausgesetzt fortbauenden Assimilation hervorgehenden Producte, sie werden nicht mehr für ihre eigene Entwicklung verbraucht, sie dienen jetzt zur weitem Ausbildung des Holzkörpers und aller ihr ähnlich zusammengesetzten festen Stoffe, es sind die Blätter, welche jetzt die Bildung des Zuckers, des Amylons, der Säuren vermitteln. So lange sie fehlten, hatten die Wurzeln diese Verrichtung in Beziehung auf diejenigen Materien übernommen, welche der Halm, die Knospe, das Blatt und die Zweige zu ihrer Ausbildung bedurften.

In dieser Periode des Lebens nehmen die Organe der Assimilation aus der Atmosphäre mehr Nahrungstoffe auf, als sie selbst verzehren, und mit der fortschreitenden Entwicklung des Holzkörpers, wo der Zufluss an Nahrung immer der nämliche bleibt, ändert sich die Richtung, in der sie verwendet wird, es beginnt die Entwicklung der Blüthe, und mit der Ausbildung der Frucht ist bei den meisten Pflanzen der Function der Blätter eine Grenze gesetzt, denn die Producte ihrer Thätigkeit finden keine Verwendung mehr. Sie unterliegen der Einwirkung des Sauerstoffs, wechseln in Folge derselben gewöhnlich ihre Farbe, und fallen ab.

In der Periode der Blüthe und Fruchtbildung entstehen in allen Pflanzen in Folge einer Metamorphose der vorhandenen Stoffe eine Reihe von neuen Verbindungen, welche vorher fehlten, von Materien, welche Bestandtheile der sich bildenden Blüthe, Frucht oder des Samens ausmachen.

Metamorphosen vorhandener Verbindungen gehen in dem ganzen Lebensacte der Pflanzen vor sich, und in Folge derselben gasförmige Secretionen durch die Blätter und Blüthen, feste Excremente in den Rinden und flüssige lösliche Stoffe durch die Wurzeln. Diese Secretionen finden statt

unmittelbar vor dem Beginn und während der Dauer der Blüthe, sie vermindern sich nach der Ausbildung der Frucht; durch die Wurzeln werden kohlenstoffreiche Substanzen abgeschieden und von dem Boden aufgenommen.

In diesen Stoffen, welche unfähig sind, eine Pflanze zu ernähren, empfängt der Boden den größten Theil des Kohlenstoffs wieder, den er den Pflanzen im Anfange ihrer Entwicklung in der Form von Kohlensäure gegeben hatte.

X Die von dem Boden aufgenommenen löslichen Excremente gehen durch den Einfluß der Luft und Feuchtigkeit einer fortschreitenden Veränderung entgegen; indem sie der Fäulniß und Verwesung unterliegen, erzeugt sich aus ihnen wieder der Nahrungstoff einer neuen Generation, sie gehen in Humus über. Die im Herbst fallenden Blätter im Walde, die alten Wurzeln der Graspflanzen auf den Wiesen verwandeln sich durch diese Einflüsse ebenfalls in Humus. Der Kohlenstoff der Wurzeln der jährigen Gewächse, der Getreide und Gemüsepflanzen stammt zweifellos zum größten Theil aus der Atmosphäre.

Diese Wurzeln bleiben nach der Erndte in dem Boden unserer Aecker, und gehen im Winter durch Fäulniß und Verwesungsproceße in Humus, in die Materie, also über, welche einer neuen Vegetation Kohlensäure zu liefern vermag. In dieser Form empfängt der Boden im Ganzen an Kohlenstoff mehr wieder, als der verwesende Humus als Kohlensäure abgab.

Im Allgemeinen erschöpft keine Pflanze in ihrem Zustande der normalen Entwicklung den Boden in Beziehung auf seinen Gehalt an Kohlenstoff; sie macht ihn im Gegentheil reicher daran. Wenn aber die Pflanzen dem Boden den empfangenen Kohlenstoff wiedergeben, wenn sie ihn daran

reicher machen, so ist klar, daß diejenige Menge, die wir in irgend einer Form bei der Erndte dem Boden nehmen, daß diese ihren Ursprung der Atmosphäre verdankt. Die einfache Betrachtung, daß das Wasser eines Brunnens in einem an Dammerde und damit an verwesenden Pflanzenstoffen reichen Garten, farblos und krystallhell ist und keine Humusäure oder ein humusfaures Salz enthält, daß in dem Wasser unserer Wiesenquellen, Bäche und Flüsse, der an alkalischen Basen reichen Säuerlinge keine Humusäure nachweisbar ist, zeigt, daß die fruchtbare Gartenerde keine wirkliche Humusäure enthält oder daß die letztere durch Vermittelung des Wassers nicht in die Pflanzen übergeht, daß also die gewöhnliche Ansicht über die Wirkungsweise des Humus auf einem Irrthume beruht. Aus dem Gehalte des Wassers, was sich in einem Loch auf einer Wiese sammelt, an Kohlensäure und an den darin löslichen Basen, aus dem Gehalte der meisten Brunnenwasser an Kohlensäure geht die Wirkung des Humus und der verwesenden Pflanzenstoffe auf die Vegetation auf eine klare und unzweideutige Weise hervor.

Der Humus ernährt die Pflanze nicht, weil er im löslichen Zustande von derselben aufgenommen und als solcher assimilirt wird, sondern weil er eine langsame und andauernde Quelle von Kohlensäure darstellt, welche als das Hauptnahrungsmittel die Wurzeln der Pflanze, so lange sich im Boden die Bedingungen zur Verwesung (Feuchtigkeit und Zutritt der Luft) vereinigt finden, zu allen Zeiten mit Nahrung versieht.

In den heißen Climates sind die grünenden Gewächse mehrtheils solche, die nur einer Befestigung in dem Boden bedürfen, um ohne Mitwirkung sich zu entwickeln. Wie ver-

schwindend ist bei den Cactus-, Sedum- und Sempervivum-Arten die Wurzel gegen die Masse, gegen die Oberfläche der Blätter*), und in dem dürresten, trockensten Sande, wo von einer Zuführung von Nahrung durch die Wurzel gar nicht die Rede sein kann, sehen wir die milchsafthührenden Gewächse zur vollsten Entwicklung gelangen; die aus der Luft aufgenommene, zu ihrer Existenz unentbehrliche Feuchtigkeit, wird durch die Beschaffenheit der Blätter und des Saftes selbst vor der Verdunstung geschützt; Kautschuck, Wachs bilden, wie in den öligen Emulsionen, während der Verdunstung an der Oberfläche des Saftes eine Art undurchdringlicher Hülle, sie frogen von Saft. Wie in der Milch die sich bildende Haut der Verdunstung eine Grenze setzt, so in diesen Pflanzen der Milchsaft.

Der Ursprung und die Assimilation des Wasserstoffs.

Die Luft enthält den Kohlenstoff der Gewächse in der Form von Kohlensäure, in der Form also einer Sauerstoffverbindung. Der feste Theil der Pflanzen, die Holzfaser, enthält Kohlen-

*) Der Cactus, welcher wahrscheinlich durch die Spanier nach Sicilien kam, ist für diese Insel und besonders für Palermo und die Aetna- bevölkerung, was für uns die Kartoffeln sind. Die ergiebige saftreiche und kühlende Frucht, welche dem Fremden anfänglich so fade dünkt, gewährt namentlich den niederen Classen drei Monate lang die einzige sehr beliebte Nahrung.

Wie man bei uns von Getreideselbtern spricht, so überzieht die Gebirge bei Palermo der Cactus, und er ist hier um so wichtiger, als er in den alles Humus beraubten Felspalten in den Schlacken und Rissen der Lavaströme des Aetna leicht Wurzel faßt, und seine verwesenden Blätter nach und nach eine für andere Pflanzen fruchtbare Erde schaffen. (Ausland. S. 274. 3. Oct. 1842.)

stoff und die Bestandtheile des Wassers, oder die Elemente der Kohlensäure plus einer gewissen Menge Wasserstoff. Wir können uns das Holz entstanden denken aus dem Kohlenstoff der Kohlensäure, der sich unter Mitwirkung des Sonnenlichts mit den Elementen des vorhandenen Wassers verbindet; in diesem Falle müssen für je 27,65 Gewichtstheile Kohlenstoff, welcher von der Pflanze assimilirt wird, 72,35 Gewichtstheile Sauerstoff als Gas abgeschieden werden, oder was weit wahrscheinlicher ist: Die Pflanze zerlegt unter denselben Bedingungen bei Gegenwart von Kohlensäure das Wasser, sein Wasserstoff wird mit der Kohlensäure assimilirt, während sein Sauerstoff abgeschieden wird; zu 100 Theilen Kohlensäure müssen demnach 9,77 Theile Wasserstoff treten, um die Holzfasern zu bilden, und es werden 72,35 Gewichtstheile, eine dem Gehalt der Kohlensäure genau gleiche Quantität Sauerstoff, die zum Theil mit diesem Sauerstoff verbunden waren, in der Form von Gas abgeschieden *).

Ein jeder Morgen Land, welcher 10 Ctr. Kohle producirt, wird mithin jährlich an die Atmosphäre 2600 Pfd. reines Sauerstoffgas zurückgeben; da nun das specifische Gewicht des Sauerstoffs durch die Zahl 1,1026 ausgedrückt wird, so wiegt 1 Cubicmeter Sauerstoff 1432 Grm. oder 2,864 Pfd. bess. Gewicht, und diese 2600 Pfd. Sauerstoff entsprechen 908 Cubicmetern oder 58112 Cubicfuß (hess.) Sauerstoffgas.

Ein Morgen Wiese, Wald oder überhaupt cultivirtes Land, auf welchem 10 Ctr. Kohlenstoff in der Form von

*) Da es für das Endresultat ganz gleichgültig ist, welcher Ansicht man den Vorzug giebt, so werden beide in dem Folgenden ohne Unterschied gebraucht werden. — Bei der Bildung von Verbindungen, welche mehr Wasserstoff neben Sauerstoff enthalten, als dem Mischungsverhältniß im Wasser entspricht, oder bei denen, welche keinen Sauerstoff enthalten, muß eine Zerlegung der Kohlensäure angenommen werden.

Holz, Gras, Blättern und Früchten geerntet werden, ersetzt also den Sauerstoff der Atmosphäre wieder, welcher durch 10 Ctr. Kohlenstoff bei seiner Verbrennung in der Luft, oder durch den Respirationsproceß der Thiere verzehrt wird.

Es ist erwähnt worden, daß die Holzfaser Kohle und die Bestandtheile des Wassers enthält, daß aber in dem Holz mehr Wasserstoff enthalten ist, als diesem Verhältniß entspricht; dieser Wasserstoff befindet sich darin in der Form von Blattgrün, Wachs, Del, Harz oder überhaupt in der Form von sehr wasserstoffreichen Materien, er kann diesen Substanzen nur von dem Wasser geliefert worden sein; für jedes Aequivalent Wasserstoff, was in einer dieser Formen von der Pflanze assimilirt wird, muß 1 Aeq. Sauerstoff an die Atmosphäre zurückgegeben werden.

Man wird die Menge des hierdurch freiwerdenden Sauerstoffs nicht für verschwindend halten können, wenn man in Erwägung zieht, daß für jedes Pfund assimilirten Wasserstoff die Atmosphäre 178,5 Cubicfuß (heft.) Sauerstoff empfangt.

Wie erwähnt, giebt die Pflanze in dem Assimilationsproceß der Holzfaser eine Quantität Sauerstoff an die Atmosphäre, welche unter allen Umständen die nämliche ist, gleichgültig, ob seine Abscheidung in einer Zerlegung des Wassers oder der Kohlen Säure ihre Ursache hat. — Das Erstere ist oben für wahrscheinlicher erklärt worden.

Wir wissen aus der Bildung des Wachses, der flüchtigen und fetten Oele, des Kautschucks in den Pflanzen, daß sie im lebenden Zustande die Fähigkeit besitzen, Wasser zu zerlegen, denn der Wasserstoff kann den stoffstofffreien Bestandtheilen nur von dem Wasser geliefert werden. Ja, aus den

Beobachtungen des A. v. Humboldt über die Pilze ergibt sich, daß eine Zersetzung des Wassers erfolgen kann ohne Assimilation des Wasserstoffs. Wir kennen in dem Wasser die merkwürdige Verbindung zweier Elemente, die sich in zahllosen Processen von einander zu trennen vermögen, ohne daß wir im Stande sind, diese Trennung durch unsere Sinne wahrzunehmen, während die Kohlensäure nur unter den gewaltsamsten Einwirkungen zersetzbar ist.

Die meisten Pflanzengebilde enthalten Wasserstoff in der Form von Wasser, welches sich als solches abscheiden, ersetzen läßt durch andere Körper; derjenige Wasserstoff aber, welcher zu ihrer Constitution wesentlich ist, kann unmöglich in der Form von Wasser darin enthalten sein.

Aller zum Bestehen einer organischen Verbindung unentbehrliche Wasserstoff wird durch Zersetzung von Wasser der Pflanze geliefert.

Der Assimilationsproceß der Pflanze in seiner einfachsten Form stellt sich mithin dar als eine Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser und von Kohlenstoff aus der Kohlensäure, in Folge welcher aller Sauerstoff des Wassers und aller Sauerstoff der Kohlensäure, wie bei den flüchtigen sauerstofffreien Oelen, dem Kautschuck &c., oder nur ein Theil dieses Sauerstoffs abgeschieden wird.

Die bekannte Zusammensetzung der verbreitetsten organischen Verbindungen gestattet uns, die Quantität des ausgeschiedenen Sauerstoffs in bestimmten Verhältnissen auszubrüden.

36 Aeq. Kohlensäure u. 22 Aeq. Wasserstoff aus 22 Aeq. Wasser
 = Holzfaser mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.
 36 Aeq. Kohlensäure u. 36 Aeq. Wasserstoff aus 36 Aeq. Wasser
 = Zucker, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure u. 30 Aeq. Wasserstoff aus 30 Aeq. Wasser
= Stärke, mit Ausscheidung von 72 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure u. 16 Aeq. Wasserstoff aus 16 Aeq. Wasser
= Gerbesäure, mit Ausscheidung v. 64 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure u. 18 Aeq. Wasserstoff aus 18 Aeq. Wasser
= Weinsäure, mit Ausscheidung v. 45 Aeq. Sauerstoff.

36 Aeq. Kohlensäure u. 18 Aeq. Wasserstoff aus 18 Aeq. Wasser
= Apfelsäure, mit Ausscheidung v. 54 Aeq. Sauerstoff.

30 Aeq. Kohlensäure u. 24 Aeq. Wasserstoff aus 24 Aeq. Wasser
= Terpentinöl, mit Ausscheidung v. 84 Aeq. Sauerstoff.

Man beobachtet leicht, daß die Bildung der Säuren begleitet ist von der schwächsten Sauerstoffausscheidung, sie nimmt zu bei den sogenannten neutralen Stoffen, der Holzfasern, Zucker, Stärke und erreicht ihr Maximum bei den Oelen. Die Wirkung des Sonnenlichtes, der Einfluß der Wärme bei dem Reifen der Sommer-Früchte wird gewissermaßen durch diese Zahlen repräsentirt.

Beim Reifen der Früchte im Dunkel vermindert sich unter Absorption von Sauerstoff das harzige wasserstoffreiche Blattgrün; es bilden sich rothe und gelbe Farbstoffe; Weinsäure, Citronensäure, Gerbesäure verschwinden; aus dem Amylon der Früchte entsteht Zucker und Gummi.

6 Aeq. Weinsäure, beim Hinzutreten von 6 Aeq. Sauerstoff, geben Traubenzucker unter Abscheidung von 12 Aeq. Kohlensäure.

1 Aeq. Gerbestoff, beim Hinzutreten von 8 Aeq. Sauerstoff und 4 Aeq. Wasser, geben unter Ausscheidung von 6 Aeq. Kohlensäure 1 Aeq. Amylum.

Auf diese und ähnliche Weise läßt sich die Bildung von allen stickstofffreien Bestandtheilen aus Kohlensäure und Wasserstoff mit Ausscheidung von Sauerstoff und die Umwand-

lung des einen in den andern durch Ausscheidung von Kohlenensäure unter Assimilation von Sauerstoff erklären.

Wir wissen nicht, in welcher Form die Bildung der Bestandtheile organischer Wesen vor sich geht; in dieser Beziehung muß man diese Entwicklung als ein Bild betrachten, geeignet, uns die Entstehung zu versinnlichen, allein man muß dabei nicht vergessen, daß, wenn die Verwandlung der Weinsäure in Zucker, in den Weintrauben z. B., als Thatsache angesehen wird, so kann sie in keinerlei Umständen in anderen Verhältnissen vor sich gehen.

Der Lebensproceß in der Pflanze stellt sich unter dem bezeichneten Gesichtspunkt dar, als der Gegensatz des chemischen Proceßes in der Salzbildung. Kohlenensäure, Wasser und Zink, mit einander in Berührung, üben eine bestimmte Wirkung auf einander aus, unter Abscheidung von Wasserstoff entsteht eine weiße, pulverförmige Verbindung, welche Kohlenensäure, Zink und den Sauerstoff des Wassers enthält.

Die lebende Pflanze vertritt in diesem Proceß das Zink; es entstehen in ihrem Assimilationsproceße, unter Ausscheidung von Sauerstoff, Verbindungen, welche die Elemente der Kohlenensäure und den Wasserstoff des Wassers enthalten.

Die Verwesung ist im Eingange als der große Naturproceß bezeichnet worden, in welchem die Pflanze den Sauerstoff an die Luft wieder abgibt, den sie im lebenden Zustande von derselben nahm. In der Entwicklung begriffen, hat sie Kohlenstoff in der Form von Kohlenensäure und Wasserstoff aufgenommen, unter Abscheidung des Sauerstoffs des Wassers und einem Theil oder allem Sauerstoff der Kohlenensäure. In dem Verwesungsproceß wird genau die dem Wasserstoff

entsprechende Menge von Wasser durch Drydation auf Kosten der Luft wieder gebildet; aller Sauerstoff der organischen Materie kehrt in der Form der Kohlensäure zur Atmosphäre zurück. Nur in dem Verhältniß also, in welchem die verwesenden Materien Sauerstoff enthalten, können sie in dem Act der Verwesung Kohlensäure entwickeln, die Säuren mehr als die neutralen Verbindungen; die fetten Säuren, Harz und Wachs, verwesen nicht mehr, sie erhalten sich in dem Boden ohne bemerkbare Veränderung.

Der Ursprung und die Assimilation des Stickstoffs *).

In dem humusreichsten Boden kann die Entwicklung der Vegetabilien nicht gedacht werden ohne das Hinzutreten von Stickstoff, oder einer stickstoffhaltigen Materie.

In welcher Form und wie liefert die Natur dem vegetabilischen Eiweiß, dem Kleber, den Früchten und Samen diesen für ihre Existenz durchaus unentbehrlichen Bestandtheil?

*) Man ist genöthigt (nach den darüber angestellten Versuchen) anzunehmen, daß die Pflanzen sich den Stickstoff nicht anders als aus den vegetabilischen und animalischen Extracten und in den ammoniakalischen Dünsten aneignen, die sie aus dem Boden oder der Atmosphäre einsaugen. Man darf annehmen, daß wenn die Pflanze mit Hülfe einer kleinen Menge Wasser in einer nicht erneuten Atmosphäre vegetirt, die sich entwickelnden Theile keinen Stickstoff empfangen, als auf Umkosten dessen, was die anderen Theile schon enthalten (de Saussure S. 190.).

Auch diese Frage ist einer einfachen Lösung fähig, wenn man sich erinnert, daß Pflanzen zum Wachsen, zur Entwicklung gebracht werden können in Mischungen von ausgeglüheter Erde mit Kohlenpulver beim Begießen mit Regenwasser.

Das Regenwasser kann den Stickstoff nur in der Form von aufgelöster atmosphärischer Luft, oder in der Form von Ammoniak und Salpetersäure enthalten.

Der Stickstoff in der Luft kann durch die gewaltsamsten chemischen Prozesse nicht befähigt werden, eine Verbindung mit irgend einem Elemente außer dem Sauerstoff einzugehen; wir haben, wie man später sehen wird, keine Beweise für die Meinung, daß der Stickstoff der Atmosphäre Antheil an dem Assimilationsproceß der Thiere oder Pflanzen nimmt, im Gegentheil wissen wir, daß viele Pflanzen Stickstoff aushauchen, den die Wurzeln in der Form von Luft oder aufgelöst im Wasser aufgenommen hatten.

Wir haben auf der andern Seite zahllose Erfahrungen, daß die Entwicklung von stickstoffreichem Kleber in den Cerealien in einer gewissen Beziehung steht zu der Menge des aufgenommenen Stickstoffs, der ihren Wurzeln in der Form von Ammoniak durch verwesende thierische Körper zugeführt wird.

Das Ammoniak steht in der Mannigfaltigkeit der Metamorphosen, die es bei Berührung mit anderen Körpern einzugehen vermag, dem Wasser, was sie in einem so eminenten Grade darbietet, in keiner Beziehung nach. In reinem Zustande im Wasser in hohem Grade löslich, fähig, mit allen Säuren lösliche Verbindungen zu bilden, fähig, in Berührung mit anderen Körpern, seine Natur als Alkali gänzlich aufzugeben, und die verschiedenartigsten direct einander gegenüberstehenden Formen anzunehmen: diese Eigenschaf-

ten finden wir in keinem andern stickstoffhaltigen Körper wieder.

Ameisensaures Ammoniak verwandelt sich durch den Einfluß einer höhern Temperatur in Blausäure und Wasser, ohne Abscheidung eines Elements; mit Cyansäure bildet das Ammoniak Harnstoff; mit ätherischem Senföl, Bittermandelöl, eine Reihe krystallinischer Körper; mit dem krystallisirbaren bitteren Bestandtheil der Wurzelrinde des Apfelbaums, dem Phloridzin, mit dem süßen des Lichen dealbatus, dem Orcin, mit dem geschmacklosen der Roccella tinctoria, dem Erythrin verwandelt es sich bei Gegenwart von Wasser und Luft in prachtvoll blaue oder rothe Farbestoffe; sie sind es, welche als Lackmus, Orseille, künstlich erzeugt werden. In allen diesen Verbindungen hat das Ammoniak aufgehört, in der Form von Ammoniak zu existiren, in der Form eines Alkali's. Die meisten blauen Farbestoffe, welche durch Säuren roth, viele rothe, welche durch Alkalien blau werden, enthalten Stickstoff, aber den Stickstoff nicht in der Form einer Basis.

Dieses Verhalten reicht nicht allein hin, um die Meinung zu rechtfertigen, daß das Ammoniak es ist, was allen Vegetabilien, ohne Ausnahme, den Stickstoff in ihren stickstoffhaltigen Bestandtheilen liefert.

Betrachtungen anderer Art geben nichtsdestoweniger dieser Meinung einen Grad der Gewißheit, der jede andere Form der Assimilation des Stickstoffs gänzlich ausschließt.

Fassen wir in der That den Zustand eines wohlbewirthschafteten Gutes in's Auge von der Ausdehnung, daß es sich selbst zu erhalten vermag, so haben wir darauf eine gewisse Summe von Stickstoff, was wir in der Form von Thieren, Menschen, Getreide, Früchten, in der Form von

Thier- und Menschenexcrementen in ein Inventarium gebracht uns vorstellen wollen. Das Gut wird bewirthschaftet ohne Zufuhr von Stickstoff in irgend einer Form von außen.

Jedes Jahr nun werden die Producte dieser Dekonomie ausgetauscht gegen Geld und andere Bedürfnisse des Lebens, gegen Materialien, die keinen Stickstoff enthalten. Mit dem Getreide, mit dem Vieh führen wir aber ein bestimmtes Quantum Stickstoff aus, und diese Ausfuhr erneuert sich jedes Jahr ohne den geringsten Ersatz; in einer gewissen Anzahl von Jahren nimmt das Inventarium an Stickstoff noch überdies zu. Wo kommt, kann man fragen, der jährlich ausgeführte Stickstoff her? (Boussingault.)

Der Stickstoff in den Excrementen kann sich nicht reproduciren, die Erde kann keinen Stickstoff liefern, es kann nur die Atmosphäre sein, aus welcher die Pflanzen und in Folge davon die Thiere ihren Stickstoff schöpfen. (Boussingault.)

Es wird in dem zweiten Theil entwickelt werden, daß die letzten Producte der Fäulniß und Verwesung stickstoffhaltiger thierischer Körper in zwei Formen auftreten, in den gemäßigten und kalten Climates in der Form der Wasserstoffverbindung des Stickstoffs, als Ammoniak, unter den Tropen in der Form seiner Sauerstoffverbindung, der Salpetersäure, daß aber der Bildung der letztern stets die Erzeugung der erstern vorangeht. Ammoniak ist das letzte Product der Fäulniß animalischer Körper, Salpetersäure ist das Product der Verwesung des Ammoniaks. Eine Generation von einer Milliarde Menschen erneuert sich alle dreißig Jahre; Milliarden von Thieren gehen unter und reproduciren sich in noch kürzeren Perioden. Wo ist der Stickstoff hingekommen, den sie im lebenden Zustande enthielten?

Keine Frage läßt sich mit größerer Sicherheit und Ge-

wisheit beantworten. Die Leiber aller Thiere und Menschen geben nach dem Tode durch ihre Fäulniß allen Stickstoff, den sie enthalten, in der Form von Ammoniak an die Atmosphäre zurück. Selbst in den Leichen auf dem Kirchhofe des Innocens in Paris, 60 Fuß unter der Oberfläche der Erde, war aller Stickstoff, den sie in dem Adipocire zurückbehielten, in der Form von Ammoniak enthalten; es ist die einfachste, die letzte unter allen Stickstoffverbindungen, und es ist der Wasserstoff, zu dem der Stickstoff die entschiedenste, die überwiegendste Verwandtschaft zeigt.

Der Stickstoff der Thiere und Menschen ist in der Atmosphäre als Ammoniak enthalten, in der Form eines Gases, was sich mit Kohlensäure zu einem flüchtigen Salze verbindet, ein Gas, was sich im Wasser mit außerordentlicher Leichtigkeit löst, dessen flüchtige Verbindungen ohne Ausnahmen die nämliche Löslichkeit besitzen.

Als Ammoniak kann sich der Stickstoff in der Atmosphäre nicht behaupten, denn mit jeder Condensation des Wasserdampfes zu tropfbarem Wasser muß sich alles Ammoniak verdichten, jeder Regenguß muß die Atmosphäre in gewissen Strecken von allem Ammoniak befreien. Das Regenwasser muß zu allen Zeiten Ammoniak enthalten; im Sommer, wo die Regentage weiter von einander entfernt stehen, mehr, als im Winter oder Frühling; der Regen des ersten Regentages muß davon mehr enthalten, als der des zweiten; nach anhaltender Trockenheit müssen Gewitterregen die größte Quantität Ammoniak der Erde wieder zuführen. Die Analysen der Luft haben aber bis jetzt diesen, in derselben nie fehlenden Ammoniakgehalt nicht angezeigt; ist es denkbar, daß er unseren feinsten und genauesten Instrumenten entgehen konnte? Gewiß ist diese Quan-

tität für einen Cubicfuß Luft verschwindend, dessenungeachtet ist sie, die Summe des Stickstoffgehaltes von Tausenden von Milliarden Thieren und Menschen, mehr als hinreichend, um die einzelnen Milliarden der lebenden Geschöpfe mit Stickstoff zu versehen.

X Aus der Tension des Wasserdampfes bei 15° R. (6,98 Par. Linien) und aus dem bekannten specifischen Gewichte desselben bei 0° ergibt sich, daß sich bei 15° und 28" Barometerstand 1 Cubicmeter = 64 Cubicfuß (heff.) Wasserdampf von 15° enthalten sind in 48,1 Cubicmeter = 3081,6 Cubicfuß Luft. Diese 64 Cubicfuß Wasserdampf wiegen 767 Grammen oder 1 Pfd. 16,8 Loth.

Wenn wir nun annehmen, daß die bei 15° völlig mit Feuchtigkeit gesättigte Luft alles Wasser, was sie in Gasgestalt enthält, tropfbarflüssig in der Form von Regen fallen läßt, so bekommen wir 1 Pfd. Regenwasser aus 2020,3 Cubicfuß Luft.

Mit diesem einen Pfunde Regenwasser muß die ganze Quantität des in der Form von Gas, in 2020 Cubicfuß Luft enthaltenen Ammoniaks der Erde wieder zugeführt werden. Nehmen wir nun an, daß diese 2020 Cubicfuß Luft nur einen einzigen Gran Ammoniak enthalten, so enthalten 10 Cubiczoll Luft, die wir der Analyse unterwerfen, 0,0000048 Gran Ammoniak; diese außerordentlich geringe Quantität ist absolut unbestimmbar in der Luft durch die feinsten und besten Eudiometer; ihre Bestimmung siele in die Beobachtungsfehler selbst dann noch, wenn sie zehntausendmal mehr betrüge.

Aber in dem Pfunde Regenwasser, was den ganzen Ammoniakgehalt von 2020,3 Cubicfuß Luft enthält, muß sie bestimmbar sein; es ist klar, daß, wenn dieses eine Pfund nur

$\frac{1}{2}$ Gran Ammoniak enthält, daß jährlich in den 2,500,000 Pfd. Regenwasser, die durchschnittlich auf 2500 □ Meter Land fallen, nahe an 80 Pfd. Ammoniak und damit 65 Pfd. reiner Stickstoff zugeführt werden. Dies würde bei weitem mehr sein als 2650 Pfd. Holz oder 2800 Pfd. Heu oder 200 Ctr. Runkelrüben, die Erträge von 1 Morgen Wald, Wiese und cultivirtem Land, in der Form von vegetabilischem Eiweiß oder Kleber enthalten.

Die genauesten und mit aller Sorgfalt in dem hiesigen Laboratorium angestellten Versuche haben den Ammoniakgehalt des Regenwassers außer allen Zweifel gestellt; er ist bis jetzt nur deshalb aller Beachtung entgangen, weil Niemand daran gedacht hat, in Beziehung auf seine constante Gegenwart eine Frage zu stellen.

Alles Regenwasser, was zu diesen Versuchen genommen wurde, war etwa 600 Schritte südwestlich von der Stadt Gießen in einer Lage aufgefangen, wo die Richtung des Regenwindes nach der Stadt zugekehrt war.

Als man mehrere hundert Pfunde Regenwasser in einer reinen kupfernen Blase der Destillation unterwarf und die zuerst übergehenden Pfunde mit Zusatz von Salzsäure verdampfen ließ, so bekam man nach gehöriger Concentration beim Erkalten eine neßförmige sehr erkennbare Krystallisation von Salmiak; stets waren die Krystalle braun oder gelb gefärbt.

Das Ammoniak fehlt eben so wenig im Schneewasser. Der Schnee enthält beim Beginn des Schneefalles ein Maximum von Ammoniak, und selbst in dem, welcher 9 Stunden nach dem Anfang des Schneiens gefallen war, ließ sich das Ammoniak auf's deutlichste nachweisen.

Bemerkenswerth ist, daß das im Schnee und Regenwas-

fer vorhandene Ammoniak, wenn es durch Kalk entwickelt wird, von einem auffallenden Geruch nach Schwefel und fauligen Stoffen begleitet ist, was über seinen Ursprung keinen Zweifel läßt.

Hünefeld hat dargethan, daß alle Brunnen in Greifswalde, Wiek, Eldena, Rostenhagen kohlen-saures und salpetersaures Ammoniak enthalten; man hat Ammoniak-salze in vielen Mineralquellen z. B. in Rissingen und anderswo entdeckt; der Gehalt der letzteren kann allein nur aus der Atmosphäre kommen *).

Jedermann kann sich auf die einfachste Weise von seinem Vorhandensein im Regenwasser überzeugen, wenn man frisch aufgefangenes Regenwasser in reinen Porzellanschalen, mit Zusatz von etwas Schwefelsäure oder Salzsäure, bis nahe zur Trockniß verdampfen läßt. Diese Säuren nehmen dem Ammoniak, indem sie sich damit verbinden, seine Flüchtigkeit; der Rückstand enthält Salmiak oder schwefelsaures Ammoniak, welches man mit Platinchlorid und noch viel leichter an dem durchdringend urinösen Geruch erkennt, welcher sich beim Zusatz von pulverigem Kalkhydrat entwickelt.

Von diesem Ammoniakgehalt rührt die von dem reinen destillirten Wasser so verschiedene Beschaffenheit in der Benetzung der Haut, sogenannte Weichheit des Regenwassers, her; es ist darin enthalten als kohlen-saures Ammoniak.

*) Der oft bedeutende Gehalt des Brunnenwassers an Ammoniak ist wohl Niemand bekannter als den Pharmazeuten, welche bei Destillation von Wasser oft den vierten Theil des zuerst übergehenden wegzuschütten haben, ehe sie mit Quecksilbersublimat eine klarbleibende Auflösung erhalten. Setzt man dem Brunnenwasser vor der Destillation Phosphorsäure oder Alaun zu, so erhält man ein Destillat, was weder auf Sublimat noch auf Bleizucker verändernd wirkt. (Wiegmann u. Polstorff, gekrönte Preisschrift: Ueber die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Braunschweig, Vieweg 1842. S. 54.)

Das Vorhandensein des Ammoniak in der Atmosphäre *), als unbestreitbare Thatsache festgestellt, wissen wir, daß sich seine Gegenwart in jedem Zeitmomente durch die ununterbrochen fortschreitende Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe in der Luft wieder erneuert; ein Theil des mit dem Regenwasser niedergefallenen Ammoniak verdampft wieder mit dem Wasser; ein anderer Theil wird, wir wollen es annehmen, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, und indem es neue Verbindungen eingeht, entstehen daraus, je nach den verschiedenen Organen der Assimilation, und der Mitwirkung gewisser anderer Bedingungen, Eiweißstoff, Kleber und vegetabilisches Casein, oder Chinin, Morphinum, Cyan und die große Zahl der anderen Stickstoffverbindungen. Das bekannte chemische Verhalten des Ammoniak entfernt jeden, auch den leisesten Zweifel in Beziehung auf seine Fähigkeit, Verbindungen dieser Art einzugehen, sich also zu den mannigfaltigsten Metamorphosen zu eignen; die jetzt zu lösende Frage beschränkt sich lediglich darauf, ob das Ammoniak in der Form von Ammoniak von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen, ob es von den Organen der Pflanzen zur Hervorbringung der darin enthaltenen stickstoffhaltigen Stoffe verwendet wird. Diese Frage ist leicht und mit den bekanntesten und entscheidendsten Thatsachen zu lösen.

Im Jahr 1834 beschäftigte ich mich gemeinschaftlich mit Herrn Geh. Medicinalrath Wilbrand, Professor der Botanik an der hiesigen Universität, mit der Bestimmung des Zuckergehaltes verschiedener Ahornarten, welche auf unge-

*) Man kann an dem Vorhandensein ammoniakalischer Dünste in der Atmosphäre nicht zweifeln, wenn man sieht, daß schwefelsaure Thonerde sich an der Luft endlich in Ammoniak-Alaun verwandelt. (de Saussure, Réch. sur la végét. deutsche Ausgabe 190).

düngtem Boden standen. Wir bekamen aus allen, durch bloße Abdampfung ohne weitem Zusatz, krySTALLisirten Zucker und machten bei dieser Gelegenheit die unerwartete Beobachtung, daß dieser Saft bei Zusatz von Kalk, wie der Rohrzucker bei der Raffination behandelt, eine große Menge Ammoniak entwickelte. In der Voraussetzung, daß durch die Bosheit eines Menschen Urin in die an den Bäumen aufgestellten Gefäße zum Auffammeln des Saftes gekommen wäre, wurden sie mit großer Aufmerksamkeit überwacht, allein auch in diesem Saft fand sich wieder eine reichliche Menge Ammoniak in der Form eines neutralen Salzes vor, denn der Saft war vollkommen farblos und besaß keine Wirkung auf Pflanzenfarben.

Dieselbe Beobachtung wurde am Birken-saft gemacht, welcher, zwei Stunden von jeder menschlichen Wohnung entfernt, von Bäumen aus dem Walde gewonnen war; der mit Kalk geklärte Saft abgedampft, entwickelte reichlich Ammoniak.

Das Thränenwasser der Weinrebe hinterläßt, mit einigen Tropfen Salzsäure abgedampft, eine farblose gummiähnliche zerfließliche Masse, welche durch Zusatz von Kalk reichlich Ammoniak entwickelt.

In den Rübenzuckerfabriken werden Tausende von Cubicfuß Saft täglich mit Kalk geklärt, von allem Kleber und vegetabilischem Eiweiß befreit, zur KrySTALLisation abgedampft. Jedermann, welcher in eine solche Fabrik eintritt, wird von der außerordentlich großen Menge Ammoniak überrascht, was sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigt und in der Luft verbreitet. Auch dieses Ammoniak ist darin in der Form eines Ammoniaksalzes zugegen, denn der neutrale Saft verhält sich wie ihre Auflösungen im Wasser; er nimmt wie

diese beim Verdampfen eine saure Reaction an, indem sich das neutrale Salz durch Ammoniakverlust in saures verwandelt. Die freie Säure, die hierbei entsteht, ist, wie man weiß, eine Quelle von Verlust an Rohrzucker für die Rübenzuckerfabrikanten, da durch sie ein Theil des Rohrzuckers in nicht krystallisirbaren Traubenzucker und Syrup übergeht. Die in den Apotheken durch Destillation über Blüthen, Kräutern und Wurzeln enthaltenen Wasser, alle Extracte von Pflanzen enthalten Ammoniak. Der unreife, einer durchsichtigen Gallerte ähnliche Kern der Mandeln und Pistische entwickelt beim Zusatz von Alkalien reichlich Ammoniak. (Robiquet.) Der Saft frischer Tabaksblätter enthält Ammoniaksalze. Wurzeln (Runkelrüben), Stämme (Ahorn), alle Blüthen, die Früchte im unreifen Zustande, überall findet sich Ammoniak.

In dem Ahornsafte, dem Birkensafte, ist neben Zucker der stickstoffreichste unter allen Körpern das Ammoniak, es sind darin alle Bedingungen der Bildung der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Bestandtheile der Triebe, Sprossen und Blätter enthalten. Mit ihrer Entwicklung vermindert sich die Menge des Saftes, mit ihrer Ausbildung giebt der Baum keinen Saft mehr. Den entscheidendsten Beweis, daß es das Ammoniak ist, was den Vegetabilien den Stickstoff liefert, giebt die animalische Düngung in der Cultur der Futtergewächse und Cerealien.

Der Gehalt an Kleber ist in dem Weizen, in dem Roggen, der Gerste äußerst verschieden, ihre Körner, auch in dem ausgebildetsten Zustande, sind ungleich reich an diesem stickstoffhaltigen Bestandtheil. In Frankreich fand Proust 12,5 p. c., in Baiern Vogel 24; nach Davy enthält der Winterweizen 19, der Sommerweizen 24 p. c., der Sici-

lianische 21, der aus der Verberei 19 p. c., das Mehl aus Elsfasser Weizen enthält nach Boussingault 17,3, aus Weizen, der im Jardin des plantes gezogen ward, 26,7, der Winterweizen enthält 33,3 p. c. (Boussingault) Kleber. Diesen so großen Abweichungen muß eine Ursache unterliegen, und wir finden diese Ursache in der Cultur. Eine Vermehrung des animalischen Düngers hat nicht allein eine Vermehrung der Anzahl der Samen zur Folge, sie übt auch einen nicht minder bemerkenswerthen Einfluß auf die Vergrößerung des Glutengehaltes.

Die Wirkung des animalischen Düngers ist, wie später gezeigt werden soll, sehr zusammengesetzt, in Beziehung auf seinen Stickstoffgehalt wirkt er aber nur durch Ammoniakbildung; während 100 Weizen, mit dem am Ammoniak ärmsten Kuhmist gedüngt, nur 11,95 p. c. Kleber und 62,34 Amylon enthielten, gab der mit Menschenharn gedüngte Boden das Maximum an Kleber, nämlich 35,1 p. c. in 100 Th. Weizen, also nahe die dreifache Menge (Hermbstädt). In gefaultem Menschenharn ist aber der Stickstoff als kohlensaures, phosphorsaures, salzsaures Ammoniak, und in keiner andern Form, als in der Form eines Ammoniaksalzes enthalten.

»In Flandern wird der gefaulte Urin mit dem größten Erfolge als Dünger verwendet. In der Fäulniß des Urins erzeugen sich im Ueberfluß, man kann sagen, ausschließlich nur Ammoniaksalze, denn unter dem Einfluß der Wärme und Feuchtigkeit verwandelt sich der Harnstoff, welcher in dem Urin vorwaltet, in kohlensaures Ammoniak. An der Peruanischen Küste wird der Boden, der an und für sich im höchsten Grade unfruchtbar ist, vermittelst eines Düngers,

des Guano*), fruchtbar gemacht, den man auf mehreren Inselchen des Südmeeres sammelt. In einem Boden, der einzig und allein nur aus Sand und Thon besteht, genügt es, dem Boden nur eine kleine Quantität Guano beizumischen, um darauf die reichsten Ernten von Mais zu erhalten. Der Boden enthält außer Guano nicht das geringste einer andern organischen Materie, und dieser Dünger enthält weiter nichts, als harnsaures, phosphorsaures, oxalsaures, kohlensaures Ammoniak und einige Erbsalze. (Boussingault, Ann. de chim. et de phys. LXV. p. 319.)

Das Ammoniak in seinen Salzen hat also diesen Pflanzen den Stickstoff geliefert. Was man in dem Getreide aber Kleber nennt, heißt in dem Traubensaft, in den Pflanzensäften vegetabilisches Eiweiß, in den Samenlappen der Leguminosen vegetabilisches Casein; obwohl dem Namen und dem Verhalten nach verschieden, sind doch diese Körper in ihrer Zusammensetzung identisch.

Das Ammoniak ist es, was dem Hauptbestandtheil der Pflanzen, dem vegetabilischen Eiweiß, den Stickstoff liefert. In keiner andern Form als in der Form von Ammoniak bietet sich den wildwachsenden Pflanzen assimilirbarer Stickstoff dar, es ist das Ammoniak, was sich im Tabak, der Sonnenblume, dem Chenopodium, dem Borago officinalis in Salpetersäure verwandelt, wenn sie auf völlig salpeterlosem Boden wachsen; salpetersaure Salze sind in ihnen Bedingungen ihrer Existenz; sie entwickeln nur dann die üppigste Vegetation, wenn ihnen Sonnenlicht und Ammoniak im Ueberfluß dar-

*) Der Guano stammt auf diesen Inseln von zahllosen Wasservögeln, welche sie zur Zeit der Brut bewohnen; es sind die verfaulten Excremente derselben, welche den Boden mit einer mehrere Fuß hohen Schicht bedecken.

geboden wird; Sonnenlicht, was in ihren Blättern und Stengeln die Ausscheidung von freiem Sauerstoff bewirkt, Ammoniak, durch dessen Verbindung mit dem Sauerstoff unter allen Umständen Salpetersäure gebildet wird.

Der Urin des Menschen und der fleischfressenden Thiere enthält die größte Menge Stickstoff; theils in der Form von phosphorsauren Salzen, theils in der Form von Harnstoff; der letztere verwandelt sich durch Fäulniß in doppelt kohlensaures Ammoniak, d. h. er nimmt die Form des Salzes an, was wir im Regenwasser finden.

Der Urin des Menschen ist das kräftigste Düngmittel für alle an Stickstoff reichen Vegetabilien; der Urin des Hornviehs, der Schafe, der Pferde ist minder reich an Stickstoff, aber immer noch unendlich reicher als die Excremente dieser Thiere.

Der Urin der grasfressenden Thiere enthält neben Harnstoff Hippursäure, die sich durch die Fäulniß in Ammoniak und Benzoesäure zerlegt; wir finden das Ammoniak derselben als Kleber, und die Benzoesäure in dem Anthoxanthum odoratum als Benzoesäure wieder.

Vergleichen wir den Stickstoffgehalt der Excremente von Thieren und Menschen mit einander, so verschwindet der Stickstoffgehalt der festen, wenn wir ihn mit dem Gehalt an Stickstoff in den flüssigen vergleichen; dies kann der Natur der Sache nach nicht anders sein.

Die Nahrungsmittel, welche Thiere und Menschen zu sich nehmen, unterhalten nur insofern das Leben, die Assimilation, als sie dem Organismus die Elemente darbieten, die er zu seiner eigenen Reproduction bedarf; das Getreide, die frischen und trocknen Gräser und Pflanzen enthalten ohne Ausnahme stickstoffreiche Bestandtheile.

Das Gewicht des Futters und der Speise, welche das Thier zu seiner Ernährung zu sich nimmt, vermindert sich in dem nämlichen Verhältniß, als dieses Futter, die Speise, reich, sie nimmt in demselben Verhältniß zu, als das Futter arm ist an diesen stickstoffhaltigen Bestandtheilen. Man kann durch Fütterung mit Kartoffeln allein ein Pferd am Leben erhalten, aber dieses Leben ist ein langsames Verhungern, es wächst ihm weder Masse noch Kraft zu, es unterliegt einer jeden Anstrengung. Die Quantitäten von Reis, welche der Indier bei seiner Mahlzeit zu sich nimmt, setzen den Europäer in Erstaunen, aber der Reis ist die an Stickstoff ärmste unter allen Getreidearten.

Es ist klar, daß der Stickstoff der Pflanzen und Samen, welche Thieren zur Nahrung dienen, zur Assimilation verwendet wird; die festen Excremente dieser Thiere müssen, wenn sie verdaut sind, nach ihrem Durchgang durch die Eingeweide ihres Stickstoffs beraubt sein, sie können nur insofern Stickstoff noch enthalten, als ihnen Secretionen der Galle und Eingeweide beigemischt sind. Sie müssen unter allen Umständen weniger Stickstoff enthalten, als die Speisen, als das Futter.

Man kann es demnach als gewiß betrachten, daß, wenn die festen Excremente eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation ausüben, sie nicht abhängig sein kann von ihrem Stickstoffgehalt.

Unendlich wichtiger als Quellen des Stickstoffs für die Pflanzen erscheinen in dieser Beziehung die flüssigen Excremente der Thiere, denn sie enthalten in den meisten Fällen eine dem Stickstoffgehalt der Nahrung gleiche, oder nahe gleiche Menge Stickstoff.

Um die Wichtigkeit der flüssigen Excremente einzusehen, ist es nöthig, auf ihren Ursprung zurückzugehen.

Die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß das Gewicht eines gesunden erwachsenen Menschen oder Thieres von einem Tage zum andern nicht bemerklich zu- oder abnimmt. Nur in der Jugend und im Mästungsproceß findet eine Zunahme Statt, die aber im Alter durch eine allmälige Abnahme sich ausgleicht.

Der Stickstoffgehalt des Körpers ist also in 24 Stunden so wenig, wie der Gehalt an anderen Materien, vergrößert worden, obwohl dieser Mensch oder das Thier in seiner Nahrung eine sehr beträchtliche Menge Stickstoff in sich aufgenommen hat. Es ist demnach gewiß, daß im erwachsenen Thiere, in freiem ungehinderten Zustande der Bewegung und Arbeit, eine der in der Nahrung enthaltenen gleiche Menge Stickstoff wieder ausgetreten ist, denn wie bemerkt, sein Stickstoffgehalt nimmt durch die Nahrung kaum merklich oder in einem viel kleinern Verhältnisse zu.

Es ist ebenso bekannt, daß bei Enthaltung aller Speise das Gewicht des Körpers abnimmt, daß bei Personen, welche den Hungertod sterben, sich die Gewichtsabnahme auf alle Bestandtheile des Körpers bis auf Haut und Knochen erstreckt. Wo ist nun, kann man fragen, der Stickstoff der Organe, der verschwundenen Muskeln hingekommen?

Man bemerkt leicht, denn die Abmagerung beweist es, daß im gesunden Zustande in jedem Lebensmomente eines Thieres ein Theil der lebendigen Körpersubstanz seinen Zustand des Lebens verliert, daß sie die Form von leblosen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert durch die Secretionsorgane, diese sind die Haut, Lunge und Harnblase, abgeschieden werden.

Die tägliche Abnahme wird ausgeglichen durch die Speise. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung verwandeln sich in Blut. Das Blut dient zur Ernährung, zur Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes. Das Gleichbleiben des Gewichts setzt voraus, daß eine dem Stickstoffgehalte der Speise gleiche Menge Stickstoff in einer andern Form ausgetreten ist. Durch die Haut und Lunge treten Kohlen- und Wasserstoffverbindungen, durch die Harnblase tritt der Stickstoff der umgesetzten Organe aus.

Nimmt der Körper am Gewichte zu, so tritt im Harn ein kleineres Verhältniß; bei Abnahme an Gewicht, ein größeres Verhältniß an Stickstoffverbindungen aus.

Man kann also annehmen, daß wir im Urin der Menschen und Thiere bei weitem den größten Theil des Stickstoffs wieder gewinnen können, den die Pflanzen, welche zu ihrer Nahrung dienen, aus der Atmosphäre empfangen.

Es ist klar, daß wir bei Vermeidung alles Verlustes in dem Dünger, welcher aus einem Gemenge von festen und flüssigen Excrementen besteht, eine dem Stickstoffgehalt der auf dem Acker gewachsenen Pflanzen nahe gleiche Menge Stickstoff zurückbringen können; in allen Fällen fügen wir dem Ammoniak, was die Atmosphäre liefert, durch den Dünger eine gewisse Quantität mehr hinzu, und die eigentlich wissenschaftliche Aufgabe für den Oekonom beschränkt sich mithin darauf, das stickstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanzen, welches die Excremente der Menschen und Thiere durch ihre Fäulniß erzeugen, für seine Pflanzen zu verwenden. Wenn er es nicht in der geeigneten Form auf seine Acker bringen würde, so ist sein Stickstoffgehalt für ihn zum großen Theil verloren. Ein unbenutzter Hau-

fen Dünger würde ihm durch seinen Ammoniakgehalt nicht mehr als seinen Nachbarn zu Gute kommen; nach einigen Jahren würde er an seinem Plage die kohlenhaltigen Ueberreste der verwesenden Pflanzentheile, aber in ihnen keinen Stickstoff mehr wiederfinden. Aller Stickstoff würde daraus in Form von kohlensaurem Ammoniak entweichen sein. Die Oberfläche von Germanien beschreibt Tacitus als von einem undurchdringlichen Walde bedeckt; von allen Bestandtheilen dieses Waldes ist keine Spur mehr vorhanden, der Kohlenstoff und Stickstoff, die sich als Humus, als Ammoniak im Boden befanden, sie sind in Luftform in die Atmosphäre zurückgekehrt.

Jeder faulende thierische Körper ist eine Quelle von Ammoniak und Kohlenensäure, welche so lange dauert, als noch Stickstoff darin vorhanden ist; in jedem Stadium seiner Verwesung oder Fäulniß entwickeln die faulenden Thierstoffe, mit Kalilauge befeuchtet, Ammoniak, was an dem Geruche und durch die dicken weißen Dämpfe bemerkbar wird, wenn man einen mit Säure benetzten festen Gegenstand in ihre Nähe bringt; dieses Ammoniak wird von dem Boden theils in Wasser gelöst, theils in Form von Gas aufgenommen und eingesaugt, und mit ihm findet die Pflanze eine größere Menge des ihr unentbehrlichen Stickstoffs vor, als die Atmosphäre ihr liefert*).

*) Im October 1808 füllte ich (H. Davy) eine weite Retorte mit heiß gährendem Milke an, der zum großen Theil aus Streu und Excrementen von Hornvieh bestand; ich verband sie mit einer Vorlage, welche mit einem Apparate in Verbindung stand, der die Auffammlung der sich entwickelnden Gase gestattete.

Die Vorlage wurde inwendig sehr bald mit Wassertropfen beschlagen und in drei Tagen wurden 21 Cubic Zoll Kohlenensäure erhalten. Die Flüssigkeit in der Vorlage wog $\frac{1}{2}$ Unze; sie enthielt essigsaures und kohlensaures Ammoniak.

Ich leitete nun die Mündung einer zweiten Retorte, die mit äh-

Aber es ist weit weniger die Menge von Ammoniak, was thierische Excremente den Pflanzen zuführen, als die Form, in welcher es geschieht, welche ihren so auffallenden Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Bodens bedingt.

Die wildwachsenden Pflanzen erhalten durch die Atmosphäre in den meisten Fällen mehr Stickstoff in der Form von Ammoniak, als sie zu ihrer Entwicklung bedürfen, denn das Wasser, was durch die Blüthen und Blätter verdunstet, geht in stinkende Fäulniß über, eine Eigenschaft, welche nur stickstoffhaltigen Materien zukommt.

Die Culturpflanzen empfangen von der Atmosphäre die nämliche Quantität Stickstoff, wie die wildwachsenden, wie die Bäume und Sträucher; er ist vollkommen ausreichend für alle Zwecke der Feldwirthschaft; sie unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Forstwirthschaft, daß ihre Hauptaufgabe, ihr wichtigster Zweck in der Production von Nahrungsmitteln besteht zu deren Erzeugung, außer dem Ammoniak, noch gewisse andere Bedingungen gehören, während der Zweck der Forstwirthschaft sich hauptsächlich nur auf die Production von Kohlenstoff beschränkt.

Diesen beiden Zwecken sind alle Mittel der Cultur untergeordnet. Von dem kohlenfauren Ammoniak, was das Regenwasser dem Boden zuführt, geht nur ein Theil in die Pflanze über, denn mit dem verdampfenden Wasser verflüchtigt sich, jeder Zeit, eine gewisse Menge davon. Nur was der Boden in größerer Tiefe empfängt, was mit dem

lickem sehr warmen Dünger gefüllt, unter die Wurzeln von Graspflanzen unter den Rasen am Rande des Gartens, und in weniger als einer Woche war eine sehr deutliche Wirkung bemerkbar. An dem Plage, der dem Einflusse des gährenden Düngers ausgesetzt war, wuchs das Gras mit weit größerer Ueppigkeit, als in irgend einem andern Theile des Gartens. (Agric. Chemistry.)

Thau unmittelbar den Blättern zugeführt wird, was sie aus der Luft mit der Kohlenäure einsaugen, nur dies Ammoniak wird für die Assimilation gewonnen werden können.

Die flüssigen thierischen Excremente, der Urin der Menschen und Thiere, mit welchem die ersten Durchdrungen sind, enthalten nur einen kleinen Theil des Ammoniaks in der Form von Salzen, in einer Form, wo es seine Fähigkeit, sich zu verflüchtigen gänzlich verloren hat. Die größte Menge ist darin in der Form von sehr flüchtigem kohlen-sauren Ammoniak enthalten.

In der Form eines nicht flüchtigen Salzes, den Pflanzen dargeboten, geht auch nicht die kleinste Menge davon den Pflanzen verloren, es wird im Wasser gelöst von den Wurzelfasern eingesaugt.

Die so in die Augen fallende Wirkung des Gypses auf die Entwicklung vieler Pflanzengattungen, die gesteigerte Fruchtbarkeit und Ueppigkeit eines Feldes, das mit Gyps bestreut ist, sie beruht, zum Theil, auf der Fixirung des Ammoniaks der Atmosphäre, auf der Gewinnung von derjenigen Quantität, die auf nicht gegypstem Boden mit dem Wasser wieder verdunstet wäre*).

*) Ein kleines Gartenbeet düngte ich mit frischem Pferdemist, der gehörig damit vermischt wurde, säte in dieses Land Erbsen und Bohnen, und bestreute darauf die Oberfläche mit einer Lage ungebrauntem Gyps von der Dicke einer Linie. Das Beet wurde vor dem Regen durch eine Bedachung geschützt und in trockner Witterung begossen. Die Erbsen und Bohnen gingen alle auf und wuchsen außerordentlich schnell und üppig.

Bevor dieser Versuch angestellt wurde, untersuchte ich die dazu bestimmte Erde und den Gyps, beide zeigten nicht die geringste Spur eines kohlen-sauren Salzes in ihrer Mischung.

Als ich aber nach drei Wochen den Gyps von der Oberfläche hinwegnahm und untersuchte, so fand ich, daß der größte Theil desselben in kohlen-sauren Kalk umgewandelt war. Die ganze Erde einen halben Fuß tief draufte mit Säuren.

Das in dem Regenwasser gelöste kohlensaure Ammoniak zerlegt sich mit dem Gyps auf die nämliche Weise wie in den Salmiakfabriken, es entsteht lösliches, nicht flüchtiges schwefelsaures Ammoniak und kohlensaurer Kalk. Nach und nach verschwindet aller Gyps, aber seine Wirkung hält an, so lange noch eine Spur vorhanden ist.

Man hat die Wirkung des Gypses und vieler Salze mit der von Gewürzen verglichen, welche die Thätigkeit des Magens, der Eingeweide steigern und den Organismus befähigen, mehr und kräftiger zu verdauen.

Eine Pflanze enthält keine Nerven, es ist keine Substanz denkbar, durch die sie in Rausch, in Schlaf, in Wahnsinn versetzt werden kann; es kann keine Stoffe geben, durch welche ein Blatt gereizt wird, eine größere Menge Kohlenstoff aus der Luft sich anzueignen, wenn die anderen Bestandtheile fehlen, welche die Pflanzen, der Samen, die Wurzel, das Blatt neben dem Kohlenstoff zu ihrer Entwicklung bedürfen*).

Die günstigen Wirkungen von kleinen Quantitäten den Speisen der Menschen beigemischter Gewürze sind unleugbar, aber man giebt ja den Pflanzen das Gewürz allein, ohne die Speise hinzuzufügen, die sie verdauen sollen, und dennoch gedeihen sie mit weit größerer Ueppigkeit.

Man sieht leicht, daß die gewöhnliche Ansicht über den

Ich laugte die Erde mit kaltem Wasser aus, filtrirte die Flüssigkeit; sie gab nach dem Abdampfen eine nicht unansehnliche Menge schwefelsaures Ammoniak. (Joh. Späzler in Erdmann's Journal für technische und ökonomische Chemie, Jahrgang 1831, 2ter Band. S. 89.)

*) Selbst der weiße Arsenik in geringer Menge angewandt, besitzt eine wohlthätige Wirkung auf die Vegetation, wie dies schon lange Lamiadius durch Düngung ganzer Felder bewiesen hat. (Schübler.)

Einfluß gewisser Salze auf die Entwicklung der Pflanzen weiter nichts bethätigt, als daß man die Ursache nicht kannte.

Die Wirkung der Kaltsalze ist eine Fixirung des Stickstoffs, ein Festhalten von Ammoniak in dem Boden, was die Pflanzen nicht entbehren können.

Um sich eine bestimmte Vorstellung von der Wirksamkeit des Gypses in dieser besonderen Beziehung zu machen, wird die Bemerkung genügen, daß 100 Pf. gebrannter Gyps so viel Ammoniak in dem Boden fixiren, als 6250 Pfd. reiner Pferdeharn*) demselben in der Voraussetzung zuführen können, daß der Stickstoff der Hippursäure und der des Harnstoffs in der Form von kohlensaurem Ammoniak ohne den geringsten Verlust von der Pflanze aufgenommen würden.

Wenn wir uns denken, daß von 40 Pfd. auf der Oberfläche eines Acker ausgestreuten Gypses der zehnte Theil in der Form von schwefelsaurem Ammoniak von den Pflanzen aufgenommen werde, so haben wir damit diesen Pflanzen den Stickstoff von 100 Pfd. Heu, oder 50 Pfd. Weizen, oder 60 Pfd. Klee hinzugeführt.

Zur Assimilation des gebildeten schwefelsauren Ammoniaks und zur Zersetzung des Gypses ist, seiner Schwerlöslichkeit (1 Theil bedarf 400 Theile Wasser) wegen, Wasser die unentbehrlichste Bedingung; auf trocknen Feldern und Wiesen ist deshalb sein Einfluß nicht bemerkbar, während auf diesen thierischer Dünger, durch die Assimilation des

*) Der Pferdeharn enthält nach Fourcroy und Bauquelin in 1000 Theilen:

Harnstoff	7 Theile,
Hippursäures Natron	24 "
Salze und Wasser	979 "
<hr/>	
	1000 Theile.

gasförmigen kohlensauren Ammoniak, was sich daraus in Folge seiner Verwesung entwickelt, seine Wirkung nicht versagt.

Die Zersetzung des Gypses durch das kohlensaure Ammoniak geht nicht auf einmal, sondern sehr allmählig vor sich, woraus sich erklärt, warum seine Wirkung mehrere Jahre anhält.

Nicht minder einfach erklärt sich jetzt die Düngung der Felder mit gebranntem Thon, die Fruchtbarkeit der eisenorydreichen Bodenarten; man hat angenommen, daß ihre bis dahin so unbegreifliche Wirkung auf einer Anziehung von Wasser beruhe, aber die gewöhnliche trockne Ackererde besitzt diese Eigenschaft in nicht geringerem Grade, und welchen Einfluß kann man zuletzt einigen hundert Pfunden Wasser zuschreiben, welche in einem Zustande auf einem Acker vertheilt sind, wo weder die Wurzel, noch die Blätter Nutzen davon ziehen können.

Eisenoryd und Thonerde zeichnen sich vor allen anderen Metalloxyden durch die Fähigkeit aus, sich mit Ammoniak zu festen Verbindungen vereinigen zu können. Die Niederschläge, die wir durch Ammoniak in Thonerde- und Eisenorydsalzen hervorbringen, sind wahre Salze, worin das Ammoniak die Rolle einer Base spielt.

Diese ausgezeichnete Verwandtschaft zeigt sich noch in der merkwürdigen Fähigkeit, welche alle eisenoryd- oder thonerdereichen Mineralien besitzen, Ammoniak aus der Luft anzuziehen und zurückzuhalten.

Ein Criminalfall gab bekanntlich Bauquelin die Veranlassung zur Entdeckung, daß alles Eisenoryd eine gewisse Quantität Ammoniak enthält; später fand Chevalier, daß das Ammoniak einen Bestandtheil aller eisenhaltigen

Mineralien ausmacht, daß sogar der nicht poröse Blutstein nahe ein p. c. Ammoniak enthält, und Bouis entdeckte, daß der Geruch, den man beim Befeuchten aller thonreichen Mineralien bemerkt, zum Theil von ausgehauchtem Ammoniak herrührt; eine Menge Gyps- und Thonarten, die Pfeifen-erde und andere entwickelten selbst noch nach zwei Tagen, wenn sie mit kaustischem Kali befeuchtet wurden, so viel Ammoniak, daß darüber gehaltenes und geröthetes Lackmuspapier davon blau wurde.

Eisenoxydhaltiger Boden und gebrannter Thon, dessen poröser Zustand das Einsaugen von Gas noch mehr begünstigt, sind also wahre Ammoniaksauger, welche es durch ihre chemische Anziehung vor der Verflüchtigung schützen; sie verhalten sich gerade so, wie wenn eine Säure auf der Oberfläche des Bodens ausgebreitet wäre. Mit jedem Regenguß tritt das eingesaugte Ammoniak an das Wasser und wird in Auflösung dem Boden zugeführt.

Eine nicht minder energische Wirkung zeigt in dieser Beziehung das Kohlenpulver; es übertrifft sogar im frisch geglühten Zustande alle bekannten Körper in der Fähigkeit, Ammoniakgas in seinen Poren zu verdichten, da 1 Volumen davon 90 Volumina Ammoniakgas in seine Poren aufnimmt, was sich durch bloßes Befeuchten daraus wieder entwickelt (Caussure).

In dieser Fähigkeit kommt der Kohle das verwesende (Eichenholz) Holz sehr nahe, da es, unter der Luftpumpe von allem Wasser befreit, 72mal sein eigenes Volumen davon verschluckt.

Wie leicht und befriedigend erklären sich nach diesen Thatsachen die Eigenschaften des Humus (der verwesenden Holzfaser). Er ist nicht allein die lange andauernde Quelle

von Kohlensäure, sondern er versteht auch die Pflanzen mit dem zu ihrer Entwicklung unentbehrlichen Stickstoff*). Wir finden Stickstoff in allen Flechten, welche auf Basalten, auf Felsen wachsen; wir finden, daß unsere Felder mehr Stickstoff produciren, als wir ihnen als Nahrung zuführen; wir finden Stickstoff in allen Bodenarten, in Mineralien, die sich nie in Berührung mit organischen Substanzen befanden. Es kann nur die Atmosphäre sein, aus welcher sie diesen Stickstoff schöpfen.

Wir finden in der Atmosphäre, in dem Regenwasser, im Quellwasser, in allen Bodenarten diesen Stickstoff in der Form von Ammoniak; als Product der Verwesung und Fäulniß der ganzen, der gegenwärtigen Generation vorangegangenen Thier- und Pflanzenwelt; wir finden, daß die Production der stickstoffreichen Bestandtheile der Pflanzen mit der Quantität Ammoniak zunimmt, die wir in dem thierischen Dünger zuführen; und kein Schluß kann wohl besser begründet sein als der, daß das Ammoniak der Atmosphäre es ist, welches den Pflanzen ihren Stickstoff liefert**).

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser enthalten in ihren Elementen, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, die Bedingungen zur Erzeugung aller Thier- und Pflanzenstoffe während ihres Lebens. Kohlensäure, Ammoniak und Wasser

*) Dampft man Humusertract mit Zusatz von etwas Salzsäure im Wasserbade ab, so erhält man einen Rückstand, der mit Kalk Ammoniak entwickelt. Unterwirft man den Humusauszug einer Destillation mit Wasser, fängt das Destillat in verdünnter Salzsäure auf, so erhält man beim Verdampfen desselben Salmiak. Der Humus enthält mithin kohlensaures Ammoniak. (Wiegmann und Polstorff, Preischrift, S. 53.)

**) Ueber den Antheil, den die Salpetersäure an der Vegetation nimmt, so wie über den Ursprung des Ammoniaks siehe Anhang.

sind die letzten Producte des chemischen Processes ihrer Fäulniß und Verwesung. Alle die zahllosen, in ihren Eigenschaften so unendlich verschiedenen Producte der Lebenskraft nehmen nach dem Tode die ursprünglichen Formen wieder an, aus denen sie gebildet worden sind. Der Tod, die völlige Auflösung einer untergegangenen Generation, ist die Quelle des Lebens für eine neue.

Sind die genannten Verbindungen, kann man nun fragen, die einzigen Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien? Diese Frage muß entschieden verneint werden.

Der Ursprung des Schwefels.

Alle Bestandtheile des Thierkörpers, die Muskelfaser, das Zellgewebe, die organische Substanz der Knochen, Haut und Haare u. s. w. bilden sich, wie die Physiologie lehrt, aus der in allen Theilen des Organismus circulirenden Flüssigkeit, die man Blut nennt.

Aus den Bestandtheilen des Blutes entspringen die Bestandtheile aller thierischen Gebilde, sie werden den Thieren von den Pflanzen geliefert. Das fleischfressende Thier lebt und ernährt sich von dem Blute und dem Fleische der pflanzenfressenden Thiere; es verzehrt in diesen die Bestandtheile der Pflanzen, von denen die letzteren sich ernährt haben.

Genauere chemische Untersuchungen haben dargethan, daß die Hauptbestandtheile des Blutes zwei schwefelhaltige

Verbindungen sind, von denen die eine mit Albumin, die andere mit Fibrin bezeichnet werden.

Beim Schlagen von frisch gelassenem Blute mit einer Ruthe oder einem Stabe scheidet sich das Fibrin aus dem Blute in der Form von weißen sehr elastischen Fäden ab, beim ruhigen Stehen des Blutes tritt ebenfalls eine Scheidung ein; es gerinnt zu einer Gallerte, die sich nach und nach zusammenzieht, und trennt sich in eine Flüssigkeit von schwach gelblicher Farbe, in Blutserum, Blutwasser, und in ein Netzwerk von unendlich feinen Fibrinfäden, welche wie ein Schwamm den Farbestoff des Blutes, die sogenannten Blutkörperchen, in sich einschließen.

Das Albumin ist vorzüglich in dem Serum enthalten, es ertheilt dieser Flüssigkeit das Vermögen, in der Hitze zu einer weißen, festen, elastischen Masse zu gerinnen, eine Eigenschaft, die von dem Eiweiß, was ebenfalls hauptsächlich aus Albumin besteht, allgemein bekannt ist.

Aus der Circulation genommen, stellt sich das Fibrin als eine in kaltem Wasser völlig unlösliche Verbindung dar.

Das Albumin im Serum und im Eiweiß ist im natürlichen Zustande im Wasser löslich und damit in allen Verhältnissen mischbar.

Als ein von dem Organismus des lebendigen Thieres erzeugter und zur Blutbildung dienender Stoff muß hier noch der Hauptbestandtheil der Milch, das Casein, aufgeführt werden, die einzige stickstoffhaltige Nahrung, welche das junge Thier von seiner Mutter empfängt.

Albumin, Fibrin und Casein zeichnen sich vor allen anderen Thierbestandtheilen durch einen constanten Gehalt an Schwefel aus, der darin nicht in der Form eines Drydes, von Schwefelsäure oder einem schwefelsauren Salze

enthalten ist. Von dem Albumin der Vogeleier ist es bekannt, daß es beim Faulen Schwefelwasserstoffgas entwickelt, wodurch Silber, überhaupt Metalle, die man damit in Berührung bringt, geschwärzt, d. h. an ihrer Oberfläche in Schwefelmetalle verwandelt werden. Fibrin und Casein entwickeln ebenfalls in dem Proceß der Fäulniß Schwefelwasserstoffgas; es läßt sich bei diesen drei Körpern durch viele andere Mittel der Schwefelgehalt darthun.

Wo kommen nun, kann man fragen, diese drei Grundstoffe des Thierkörpers her? daß sie von der Nahrung, daß sie von den Pflanzen stammen, ist unzweifelhaft, aber in welcher Form, in welchem Zustande sind sie in den Pflanzen enthalten?

Auch über diese Fragen haben in der neuesten Zeit die Untersuchungen der Chemiker ein klares unzweideutiges Licht verbreitet.

Die Pflanzen enthalten nämlich in den Samen oder Wurzeln abgelagert oder im Saft gelöst, in sehr verschiedenen und wechselnden Mengen gewisse Schwefelverbindungen, in denen der Stickstoff als Bestandtheil niemals fehlt.

Wir haben zwei dieser Schwefelverbindungen in den Samen der Getreidearten, den Samenlappen der Leguminosen, der Erbsen, Linsen und Bohnen, nie fehlt in dem Saft der Pflanzen eine dritte, welche vorzüglich und in reichlichster Menge in den Gemüsepflanzen enthalten ist.

Die genaue Erforschung der Eigenschaften, so wie ihrer Zusammensetzung hat nun das merkwürdige Resultat ergeben, daß der in dem Saft der Pflanzen gelöste schwefelhaltige Bestandtheil der Pflanzen identisch ist mit dem Albumin im Blutfaserum und Eiweiß, daß der schwefelhaltige Bestandtheil der Cerealien die nämlichen Eigenschaften und die nämliche

Zusammensetzung besitzt, wie das Fibrin des Blutes, daß zuletzt der in den Erbsen, Bohnen und Linsen enthaltene Hauptnahrungstoff ein gleiches Verhalten und eine gleiche Zusammensetzung mit dem Casein der Milch zeigt.

Diese schwefelhaltigen Blutbestandtheile werden also nicht von dem Thiere, sondern von den Pflanzen erzeugt; wenn sie in der Nahrung des Thieres fehlen, so kann kein Blut gebildet werden; je mehr davon in einem Pflanzenstoffe vorhanden sind, desto nahrhafter, desto geeigneter ist er für die Unterhaltung des animalischen Lebensprocesses. Wir haben ferner in gewissen Pflanzenfamilien, in den Cruciferen, neben den genannten noch besondere schwefelhaltige Verbindungen, welche weit reicher sind an Schwefel, als die in den Pflanzen enthaltenen Blutbestandtheile.

Besonders ausgezeichnet in dieser Hinsicht ist der schwarze Senffamen, der Meerrettig, der Lauch, die Zwiebeln, das Fösselkraut. Aus allen diesen Pflanzen erhält man durch Destillation mit Wasser flüchtige Oele, die sich durch ihren stechenden und durchdringenden Geruch von allen nicht schwefelhaltigen organischen Verbindungen unterscheiden.

Da nun schwefelhaltige Verbindungen in keiner Pflanze, in keinem Samen fehlen, und die Culturpflanzen, welche zur Nahrung der Menschen und Thiere dienen, ganz besonders reich an diesen Bestandtheilen sind, so ergiebt sich von selbst, daß zur Entwicklung einer Pflanze, eine Schwefelverbindung unentbehrlich ist, welche diesen Verbindungen den Schwefel liefert.

Es ist klar, daß wenn es der Pflanze, alle anderen Bedingungen des Wachsthums als gegeben vorausgesetzt, an der geeigneten Schwefelverbindung gänzlich fehlt, daß sich diese schwefelhaltigen Bestandtheile nun nicht, oder nur eine

der dargebotenen Schwefelverbindung entsprechende Menge derselben, werden erzeugen können. Außer kleinen kaum nachweisbaren Spuren von Schwefelwasserstoff kann die Luft keine Schwefelverbindung enthalten; es kann demnach nur der Boden sein, welcher den zum Gedeihen der Pflanze nothwendigen Schwefel liefert; außer durch die Wurzeln kennen wir keine andere Form, durch welche die Aufnahme des Schwefels vermittelt wird.

In Beziehung auf die Form, in welcher Schwefelverbindungen im Boden vorkommen, geben uns die Analysen von zahllosen Mineralquellen einen sehr befriedigenden Aufschluß. Alle diese Wasser stammen von der Erdoberfläche, es ist Regenwasser, was in Gebirgen fallend durch die Erde sickert und sich aller löslichen Materien, denen es auf seinem Wege begegnet, bemächtigt, sie lösen sich darin auf und ertheilen ihm Eigenschaften, welche das reine Wasser nicht besitzt.

Unter den in dem Duell- und Brunnenwasser gelösten Materien finden sich als sehr selten fehlende Bestandtheile schwefelsaure Salze; die durch Auslaugen von fruchtbarer Garten- und Ackererde erhaltene Flüssigkeit enthält stets bestimmt nachweisbare Mengen von diesen Salzen.

Wir können demnach über den Ursprung des Schwefels in den Pflanzen kaum zweifelhaft sein; so weit unsere Kenntniß reicht, stammt der Schwefel von schwefelsauren Salzen, welche, im Wasser gelöst, durch die Wurzeln von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden.

Von einem andern, man kann sagen, nie fehlenden Bestandtheil der Duellwasser, vom sauren kohlen-sauren Kalk rührt es her, daß wir so selten Ammoniaksalze, namentlich schwefelsaures Ammoniak, in den Mineralquellen finden, weil bei den Processen der Analyse, beim Verdampfen des Wassers,

das vorhandene Ammoniaksalz durch den kohlenfauren Kalk eine Zerlegung erfährt, in dessen Folge das Ammoniak verflüchtigt wird.

Die nach unserer Vorstellung für die Assimilation geeignetste Schwefelverbindung ist unstreitig das schwefelsaure Ammoniak. Dieses Salz enthält zwei Elemente, welche für das Leben der Pflanze gleich nothwendig sind, nämlich Schwefel und Stickstoff; beide sind Bestandtheile des Pflanzen-Albumins, = Fibrins und = Caseins, und was noch bemerkenswerther ist, das schwefelsaure Ammoniak kann den Elementen nach als eine Verbindung von Wasser mit gleichen Aequivalenten Schwefel und Stickstoff angesehen werden, in der Art also, daß durch eine bloße Trennung oder Ausscheidung der Elemente von Wasser, Schwefel und Stickstoff in einen Bestandtheil der lebendigen Pflanze überzugehen vermögen.

Auf ein Aequivalent Schwefel enthalten die schwefelhaltigen Bestandtheile der Pflanzen nahe an 25 Aequivalente Stickstoff; es ist klar, daß den Organen der Pflanze weit mehr Ammoniak, als in dem schwefelsauren Ammoniak vorhanden ist, dargeboten werden muß, wenn aller Schwefel des Ammoniaksalzes übergehen soll in einen Bestandtheil der organischen Schwefelverbindung.

Es findet hierbei ein ganz ähnliches Verhältniß Statt, wie in der Assimilation des Kohlenstoffs und Stickstoffs, der den Pflanzen als kohlenfaures Ammoniak zugeführt wurde, zu dem letztern (angenommen, es enthielte zwei Aequivalente Kohlenstoff auf 1 Aeq. Stickstoff), muß nothwendig der Kohlenstoff von 6 Aequivalenten Kohlenensäure gleichzeitig hinzugezogen werden und in Verbindung mit dem einen Aequivalent Stickstoff treten, wenn einer der stickstoffhaltigen Hauptbestand-

theile der Pflanzen gebildet werden soll, denn diese enthalten auf 1 Aeq. Stickstoff 8 Aeq. Kohlenstoff.

Der Uebergang des Schwefels eines schwefelsauren Salzes zu einem Bestandtheil eines Pflanzenstoffs setzt nothwendig voraus, daß die Schwefelsäure durch die nämlichen Ursachen, welche die Zerlegung der Kohlenäure in der Pflanze bewirken, zerlegt wird in Sauerstoff, der sich abscheidet und in Schwefel, der in Verbindung tritt. Denken wir uns die Schwefelsäure zugeführt in der Form von schwefelsaurem Kali oder Natron, so werden diese Basen nach der Zerlegung der Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden.

Wir finden nun, daß diese Basen Bestandtheile aller Cultur- und der meisten wildwachsenden Pflanzen ausmachen, wir finden sie darin entweder mit organischen Säuren oder was noch bemerkenswerther ist, mit den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen selbst verbunden.

Das vegetabilische Casein in den Samenlappen der Leguminosen ist für sich nicht im Wasser löslich, in dem Zustande aber, in welchem es in den Pflanzen enthalten ist, löst es sich leicht im Wasser. Diese Löslichkeit verdankt es einem Gehalte von Kali und Natron.

So findet sich denn das Albumin in den Pflanzensäften stets mit Natron oder Kali vereinigt, und wir müssen uns denken, daß der im Wasser nicht lösliche Bestandtheil der Cerealien, das Pflanzenfibrin ursprünglich ebenfalls löslich war und durch Vermittelung eines Alkali's in die Samen gelangte.

Das Natron und Kali der schwefelsauren Alkalien, welche den schwefelhaltigen Bestandtheilen der Pflanzen den Schwefel lieferten, bleiben also entweder in Verbindung mit diesen

Stoffen, oder sie gehen eine neue Verbindung ein, oder sie kehren in den Boden zurück.

Das am meisten verbreitete schwefelsaure Salz ist aber Gyps (schwefelsaurer Kalk), er kann seiner Löslichkeit wegen entweder direct in die Pflanze übergehen oder durch das kohlensaure Ammoniak des Regenwassers zersezt, in der Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Eine Auflösung von Gyps, welche Kochsalz oder Chlorkalium enthält, so wie das Seewasser und die meisten Quellwasser, kann angesehen werden als eine Mischung eines schwefelsauren Alkali's mit Chlorcalcium.

Es ist klar, daß wenn wir einer Pflanze Gyps und Kochsalz gleichzeitig zuführen, so wird sie sich gegen diese Auflösung genau so verhalten, wie wenn wir ihr schwefelsaures Natron und Chlorcalcium zugeführt hätten. Für die Bildung ihrer schwefelhaltigen Bestandtheile wird der Schwefel und das Alkali des schwefelsauren Salzes in ihrem Organismus zurückbleiben; Chlor und Calcium werden durch die Wurzeln wieder austreten.

In den Seepflanzen geht, wie wir mit Bestimmtheit wissen, diese Zersezungsweise vor sich; das Natron oder Kali stammt vom Kochsalz oder Chlorkalium her, welches in Gegenwart des schwefelsauren Kalks oder der Bittererde eine Zerlegung erfährt. Dasselbe muß für die Getreidearten und alle Pflanzen, welche keinen Kalk enthalten, angenommen werden, denen der Schwefel in der Form von Gyps zugeführt worden ist und der Nutzen des Kochsalzes für manche Pflanzengattungen findet hierin seine Erklärung.

Die anorganischen Bestandtheile der Vegetabilien*).

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser können von keiner Pflanze entbehrt werden, eben weil sie die Elemente enthalten, woraus ihre Organe bestehen; aber zur Ausbildung gewisser Organe zu besonderen Einrichtungen, eigenthümlich für jede Pflanzenfamilie, gehören noch andere Materien, welche der Pflanze durch die anorganische Natur dargeboten werden.

Wir finden diese Materien, wiewohl in verändertem Zustand, in der Asche der Pflanzen wieder.

Von diesen anorganischen Bestandtheilen sind viele veränderlich, je nach dem Boden, auf dem die Pflanzen wachsen; allein eine gewisse Anzahl davon ist für ihre Entwicklung unentbehrlich.

*) Verschiedene Schriftsteller haben angenommen, daß die mineralischen Substanzen, welche man in den Vegetabilien findet, darin nur zufällig und durchaus nicht zu ihrer Existenz nothwendig seien, weil sie selbige nur in äußerst geringer Menge enthalten. Diese Meinung, vielleicht wahr in Hinsicht auf die Stoffe, welche nicht immer in der nämlichen Pflanze gefunden werden, ist indeß nicht für die bewiesen, welche konstant darin vorkommen; ihre geringe Menge ist kein Zeichen ihrer Unnützlichkeit. Die in einem Thiere enthaltene Menge phosphorsaurer Kalkerde macht noch nicht den fünften Theil seines Gewichtes aus, Niemand zweifelt indeß, daß dieses Salz für den Bau seiner Knochen nicht wesentlich sei. Ich habe dieses Salz in den Aschen aller Pflanzen, die ich untersuchte, gefunden, und wir haben keinen Grund zu behaupten, daß sie ohne dasselbe existiren können (De Saussure, p. 241).

Die Wurzel einer Pflanze in der Erde verhält sich zu allen gelösten Stoffen wie ein Schwamm, der das Flüssige und Alles, was darin ist, ohne Auswahl einsaugt. Die der Pflanze in dieser Weise zugeführten Stoffe werden in größerer oder geringerer Menge zurückbehalten oder wieder ausgeschieden, je nachdem sie zur Assimilation verwendet werden oder sich nicht dafür eignen.

In den Samen aller Grasarten, der Erbsen, Bohnen, Linsen fehlen aber z. B. niemals phosphorsaure Alkalien und Erden; aus dem Weizenmehl gehen sie in das Brot, die Salze der Gerste gehen in das Bier über. Die Kleie des Mehls enthält eine große Menge phosphorsaures Bittererde-Ammoniak, und es ist dieses Salz, aus dem im krystallisirten Zustande die oft mehrere Pfunde schweren Steine in dem Blinddarm der Müllerpferde gebildet werden, welches sich aus dem Bier in Gestalt eines weißen Niederschlags absetzt, wenn man es mit Ammoniak vermischt.

Die meisten, man kann sagen, alle Pflanzen enthalten organische Säuren von der mannigfaltigsten Zusammensetzung und Eigenschaften; alle diese Säuren sind an Basen gebunden, an Kali, Natron, Kalk oder Bittererde, nur wenige Pflanzen enthalten freie organische Säuren; diese Basen sind es offenbar, welche durch ihr Vorhandensein die Entstehung dieser Säuren vermitteln; mit dem Verschwinden der Säure bei dem Reifen der Früchte, der Weintrauben z. B., nimmt der Kaligehalt des Saftes ab.

In denjenigen Theilen der Pflanzen, in denen die Assimilation am stärksten ist, wie in dem Holzkörper, finden sich diese Bestandtheile in der geringsten Menge, ihr Gehalt ist am größten in den Organen, welche die Assimilation

vermitteln; in den Blättern findet sich mehr Kali, mehr Asche, als in den Zweigen, diese sind reicher daran, als der Stamm (Saussure). Vor der Blüthe enthält das Kartoffelkraut mehr Kali, als nach derselben (Mollerat).

In den verschiedenen Pflanzenfamilien finden wir die verschiedensten Säuren; Niemand kann nur entfernt die Ansicht hegen, daß ihre Gegenwart, daß ihre Eigenthümlichkeit ein Spiel des Zufalls sei. Die Fumarsäure, die Dralsäure in den Flechten, die Chinasäure in den Rubiaceen, die Roccellsäure in der *Roccella tinctoria*, die Weinsäure in den Weintrauben, und die zahlreichen anderen organischen Säuren, sie müssen in dem Leben der Pflanze zu gewissen Zwecken dienen. Das Bestehen einer Pflanze kann ohne ihre Gegenwart nicht gedacht werden.

In dieser Voraussetzung aber, welche für unbestreitbar gehalten werden darf, ist irgend eine alkalische Basis ebenfalls eine Bedingung ihres Lebens, denn alle diese Säuren kommen in der Pflanze als neutrale oder saure Salze vor. Es giebt keine Pflanze, welche nicht nach dem Einäschern eine kohlenstoffhaltige Asche hinterläßt, keine also, in welcher pflanzensaure Salze fehlen.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, gewinnen diese Basen eine für die Physiologie und Agricultur hochwichtige Bedeutung, denn es ist klar, daß die Quantitäten dieser Basen, wenn das Leben der Pflanzen in der That an ihre Gegenwart gebunden ist, unter allen Umständen ebenso unveränderlich sein müssen, als es, wie man weiß, die Sättigungscapazität der Säuren ist.

Es ist kein Grund vorhanden zu glauben, daß die Pflanze im Zustande der freien ungehinderten Entwicklung mehr von der ihr eigenthümlichen Säure producire, als sie gerade zu

ihrem Bestehen bedarf; in diesem Falle aber wird eine Pflanze, auf welchem Boden sie auch wachsen mag, stets eine nie wechselnde Menge alkalischer Basis enthalten. Nur die Cultur wird in dieser Hinsicht eine Abweichung bewirken können.

Um diesen Gegenstand zum klaren Verständniß zu bringen, wird es kaum nöthig sein, daran zu erinnern, daß sich viele dieser alkalischen Basen in ihrer Wirkungsweise vertreten können, daß mithin der Schluß, zu dem wir nöthwendig gelangen müssen, in keiner Beziehung gefährdet wird, wenn eine dieser Basen in einer Pflanze vorkommt, während sie in einer andern Pflanze derselben Art fehlt.

Wenn der Schluß wahr ist, so muß die fehlende Basis ersetzt und vertreten sein durch eine andere von gleichem Wirkungswerth, sie muß ersetzt sich vorfinden durch ein Aequivalent von einer der anderen Basen. Die Anzahl der Aequivalente dieser Basen wären hiernach eine unveränderliche Größe, und hieraus würde von selbst die Regel gefolgert werden müssen, daß die Sauerstoffmenge aller alkalischen Basen zusammengenommen unter allen Umständen unveränderlich ist, — auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen, welchen Boden sie auch erhalten mag *).

*) Wenn wir Schwefelsäure mit Kali, Natron, Kalk, Bittererde in einem gewissen Verhältniß zusammenbringen, so verschwinden die Eigenschaften der Säure und des Alkali's, und wir erhalten ein neutrales schwefelsaures Salz dieser Basen.

100 Theile Schwefelsäure bedürfen, um neutralisirt zu werden, sehr ungleiche Gewichtsmengen dieser Basen, wir haben dazu 118 Theile Kali, 78 Theile Natron, 71 Theile Kalk und 51,6 Bittererde nöthig.

Um mit 118 Kali (der Quantität, welche 100 Schwefelsäure sättigt) ein neutrales salpetersaures Salz hervorzubringen, muß man 135 Salpetersäure haben.

Dieser Schluß bezieht sich, wie sich von selbst versteht, nur auf diejenigen alkalischen Basen, welche als pflanzen-saure Salze Bestandtheile der Pflanzen ausmachen; wir finden nun gerade diese in der Asche derselben als kohlen-saure Salze wieder, deren Qualität leicht bestimmbar ist. Die in der Rinde enthaltenen Basen gehören dem lebendigen Organismus nicht mehr an.

Es sind von de Saussure und Berthier eine Reihe von Analysen von Pflanzenaschen angestellt worden, aus

Wenn man nun jetzt untersucht, wie viel Natron, Kalk, Bittererde nöthig ist, um diese 135 Salpetersäure zu sättigen, so ergiebt sich, daß man dazu 78 Natron, 71,2 Kalk, 51,6 Bittererde bedarf, genau die nämlichen Mengen also, wie zu 100 Schwefelsäure.

Welche Säure man nun mit diesen Basen auch neutralisiren mag, wie sehr die Gewichtsmengen von obigen Zahlen auch abweichen mögen, ihr relatives Verhältniß ist unveränderlich. Wenn man zur Sättigung 51,6 Bittererde verbraucht hat, so kann man mit absoluter Bestimmtheit darauf rechnen, daß man für die gleiche Quantität Säure, 78 Natron verbrauchen wird.

Worauf beruht, kann man fragen, die ungleiche Fähigkeit dieser Metalloryde, die Säure zu neutralisiren? Was ist der Grund, daß man, um denselben Effect hervorzubringen, weit weniger Natron, daß man nur halb so viel Bittererde als Kali bedarf, daß das relative Verhältniß bei allen Säuren ein constantes ist?

Diese Fragen haben sich, seit die Zusammensetzung dieser Basen bekannt ist, auf eine sehr einfache Weise gelöst. Alle diese Basen enthalten Sauerstoff in Verbindung mit Metallen, und von der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs hängt ihre Sättigungsfähigkeit ab. Die so ungleichen Mengen der oben genannten Basen enthalten einerlei Mengen Sauerstoff.

	Sauerstoffgehalt der Base.
100 Schwefelsäure neutralisiren	118 Kali 20
100 " " "	78 Natron 20
100 " " "	71,2 Kalk 20
100 " " "	51,6 Bittererde 20

Wenn wir nun 100 Theile Schwefelsäure mit Kali und Natron, oder Kali, Natron, Kalk, oder mit Kali, Natron, Kalk und Bitter-

denen sich als unmittelbares Resultat ergab, daß der Boden einen entschiedenen Einfluß auf den Gehalt der Pflanzen an diesen Metalloryden hat, daß Fichtenholzasche vom Mont Breven z. B. Bittererde enthielt, welche in der Asche desselben Baumes vom Gebirge La Salle fehlte, daß die Mengen des Kali's und Kalks in den Bäumen der beiden Standorte ebenfalls sehr verschieden waren.

Man hat, wie ich glaube, mit Unrecht hieraus geschlossen, daß die Gegenwart dieser Basen in den Pflanzen in keiner besondern Beziehung zu ihrer Entwicklung stehe, denn wenn dies wirklich wäre, so müßte man es für das sonderbarste Spiel des Zufalls halten, daß gerade durch diese Analysen der Beweis vom Gegentheil geführt werden kann.

Diese beiden Fichtenaschen von einer so ungleichen Zusammensetzung enthalten nämlich nach de Saussure's Analyse eine gleiche Anzahl von Äquivalenten von diesen Metalloryden, oder, was das nämliche ist, der Sauerstoffgehalt von allen zusammengenommen ist in beiden gleich.

erde neutralisiren, so nimmt die Schwefelsäure von den zwei, oder drei, oder vier Basen die Quantitäten auf, welche durch ihren Sauerstoffgehalt genau begrenzt sind. Dies Verhältniß läßt sich durch folgendes Schema verfinnlichen:

	wechsellnde Mengen	
	von:	welche enthalten:
100 Th. Schwefelsäure neutralisiren	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kalium} \\ \text{Natrium} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ Th. Sauerstoff.} \end{array} \right.$
100 " " "	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kalium} \\ \text{Natrium} \\ \text{Calcium} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ " "} \end{array} \right.$
100 " " "	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Kalium} \\ \text{Natrium} \\ \text{Kalk} \\ \text{Magnesium} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ " "} \end{array} \right.$

100 Theile Fichtenasche vom Mont Breven enthalten *):

Kohlensaures Kali	3,60	Sauerstoffgehalt des Kali's	0,415
Kohlensauren Kalk	46,34	» » des Kalks	7,327
Kohlensaure Bittererde	6,77	» » der Bittererde	1,265
<hr/>			
Summe der kohlenfauren Salze	56,71	in Summe Sauerstoff	9,007

100 Theile Fichtenasche vom Mont La Salle enthalten **):

Kohlensaures Kali	7,36	Sauerstoffgehalt des Kali's	0,85
Kohlensauren Kalk	51,19	» » des Kalks	8,10
Bittererde	00,00		
<hr/>			
Summe der kohlenfauren Salze	56,71	in Summe Sauerstoff	8,95

Die Zahlen 9,007 und 8,95, welche den Sauerstoffgehalt aller Basen in beiden Fichtenaschen zusammengenommen ausdrücken, sind einander so nahe, wie nur in Analysen erwartet werden kann, wo die Ausmittelung desselben die ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

Vergleicht man Berthier's Analysen von zwei Tannenaschen mit einander, von der die eine in Norwegen, die andere in Allevard (Dep. de l'Isère) vorkommt, so findet man in der einen 50 p. c., in der andern nur 25 p. c. lösliche Salze; es giebt kaum in zwei ganz verschiedenen Pflanzengattungen eine größere Verschiedenheit in dem Gewichtsverhältniß der darin vorkommenden alkalischen Basen, und dennoch sind die Sauerstoffmengen der Basen zusammengenommen einander gleich.

100 Theile Tannenholzasche von Allevard nach Berthier (Ann. de chim. et de phys. T. XXXII. p. 248):

*) 1000 Theile Fichtenholz von Mont Breven gaben 11,87 Asche.

***) 1000 Theile Fichtenholz von Mont La Salle gaben 11,28 Asche.

Kali und Natron	16,8	Sauerstoffgehalt *)	3,57
Kalk	29,6	„	8,36
Magnesia	3,3	„	1,26
	49,5		13,19

Das Kali und Natron ist in dieser Asche nur zum Theil mit Pflanzensäure verbunden, ein anderer Theil ist als schwefelsaures und phosphorsaures Salz und Chlormetall zugegen, in 100 Theilen sind davon 0,797 Schwefelsäure, 3,12 Phosphorsäure und 0,077 Chlorwasserstoffsäure, welche zusammen eine Quantität Basis neutralisiren, die 0,53 Sauerstoff enthält. Diese Zahl muß von 13,19 abgezogen werden. Man hat demnach 12,66 für die Sauerstoffmenge der an Pflanzensäuren in dem Tannenholz von Allevard gebundenen alkalischen Basen.

Das Tannenholz von Norwegen enthält in 100 Theilen:

Kali	14,1	Sauerstoffgehalt	2,4
Natron	20,7	„	5,3
Kalk	13,6	„	3,82
Magnesia	4,35	„	1,69
	52,75		13,21

Zieht man von 13,21 die Sauerstoffmengen der Basen ab, die in dieser Asche mit Schwefelsäure und Phosphorsäure vereinigt sind, nämlich 0,79, so bleiben für Sauerstoff in den Basen der pflanzensauren Salze 12,42.

Diese so merkwürdige Uebereinstimmung kann nicht zufällig sein, und wenn weitere Untersuchungen sie bei andern Pflanzengattungen bestätigen, so läßt sich ihr keine andere Erklärung unterlegen. Wir wissen nicht, in welcher Form das Mangan- und Eisenoryd in der Pflanze

*) Für gleiche Atomgewichte angenommen.

enthalten ist, nur darüber sind wir gewiß, daß Kali, Natron und Bittererde durch bloßes Wasser in der Form von pflanzensauren Salzen aus allen Pflanzentheilen ausgezogen werden können; dasselbe ist der Fall mit dem Kalk, wenn er nicht als unlöslicher klee-saurer Kalk zugegen ist. Man muß sich daran erinnern, daß in den Dralidsarten Klee-säure und Kali vorkommt, und zwar nie als neutrales oder als vierfach-saures, sondern stets als doppelt-saures Salz, auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen mag; wir finden in den Weintrauben das Kali immer als Weinstein, als saures Salz, nie in der Form von neutralem. Für die Entwicklung der Früchte und Samen, man kann sagen, für eine Menge von Zwecken, über die wir nur Vermuthungen haben, muß die Gegenwart dieser Säuren und Basen eine gewisse Bedeutung haben, eben weil sie niemals fehlen und weil die Form ihres Vorkommens keinem Wechsel unterliegt. Die Quantität der in einer Pflanze vorkommenden alkalischen Basen hängt aber lediglich von dieser Form ab, denn die Sättigungscapacität einer Säure ist eine unveränderliche Größe.

Genauere und zuverlässigere Untersuchungen der Asche von Pflanzen derselben Art, welche auf verschiedenen Bodenarten gewachsen sind, erscheinen hiernach als eine für die Physiologie der Gewächse höchst folgenreiche Aufgabe; sie werden entscheiden, ob sich diese merkwürdige Thatsache zu einem bestimmten Gesetze für eine jede Pflanzenfamilie gestaltet, ob also eine jede noch außerdem durch eine gewisse unveränderliche Zahl charakterisirt werden kann, welche der Ausdruck des Sauerstoffgehalts der Basen ist, die in der Form von pflanzensauren Salzen ihrem Organismus angehören.

Man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit voraussetzen, daß diese Forschungen zu einem wichtigen Resultate führen werden, denn es ist klar, wenn die Erzeugung von bestimmten unveränderlichen Mengen von pflanzenfauren Salzen durch die Eigenthümlichkeit ihrer Organe geboten, wenn sie zu gewissen Zwecken für ihr Bestehen unentbehrlich sind, so wird die Pflanze Kali oder Kalk aufnehmen müssen, und wenn sie nicht so viel vorfindet, als sie bedarf, so wird das Fehlende durch andere alkalische Basen von gleichem Wirkungswerthe ersetzt werden; wenn ihr keine von allen sich darbietet, so wird sie nicht zur Entwicklung gelangen.

Der Samen von *Salsola Kali* giebt, in gewöhnliche Gartenerde gesäet, eine Pflanze, welche Kali und Natron enthält; der Samen der letztern liefert eine Pflanze, worin sich bloß Kalisalze mit Spuren von Kochsalz vorfinden (Cadet *).

Das Vorkommen von organischen Basen in der Form von pflanzenfauren Salzen giebt der Meinung, daß alkalische Basen überhaupt zur Entwicklung der Pflanzen gehören, ein großes Gewicht.

*) Ich versetzte einige dieser niedlichen Pflänzchen in einen mit gewöhnlicher Gartenerde gefüllten Blumentopf, welche nur Spuren von Chlormetallen enthielt, und begoß dieselben mit einer schwachen Auflösung von Chlorkalium. Die Pflanzen wuchsen bei dieser Behandlung äußerst üppig, blühten reichlich und nahmen den Lapp so ein, daß sie sich weit über den Rand desselben erstreckten. Ich versetzte die Pflanzen nun in's freie Land, ohne sie weiter mit Chlorkalium zu versehen, allein im folgenden Jahr kränkelten sie und starben um die Blüthezeit ab. Aus diesen Versuchen geht hervor, daß beide Pflanzenarten Chlormetalle zu ihrer Nahrung bedürfen, daß es aber gleichgültig ist, ob das Chlor an Kalium oder Natrium gebunden ist. (Dr. A. F. Wiegmann und Polstorff, Pretheschrift über die anorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Braunschweig, Vieweg 1842.)

Wir sehen z. B., wenn wir Kartoffeln unter Umständen wachsen lassen, wo ihnen die Erde, als das Magazin anorganischer Basen fehlt, wenn sie z. B. in unseren Kellern wachsen, daß sich in ihren Trieben, in ihren langen, dem Lichte sich zuwendenden Keimen ein wahres Alkali von großer Giftigkeit, das Solanin erzeugt, von dem wir nur Spuren in den Wurzeln, dem Kraut, den Blüthen oder Früchten derjenigen Kartoffeln entdecken, die im Felde gewachsen sind (Otto).

In allen Chinaforten findet sich Chinasäure, aber die veränderlichsten Mengen von Chinin, Cinchonin und Kalk; man kann den Gehalt an den eigentlichen organischen Basen ziemlich genau nach der Menge von freien Basen beurtheilen, die nach der Einäscherung zurückbleiben.

Einem Maximum der ersteren entspricht ein Minimum der anderen, gerade so wie es in der That stattfinden muß, wenn sie sich gegenseitig nach ihren Äquivalenten vertreten.

Wir wissen, daß die meisten Opiumsorten Meconsäure, gebunden an die veränderlichsten Mengen von Narcotin, Morphin, Codein u. enthalten, stets vermindert sich die Quantität der einen mit dem Zunehmen der andern. Die kleinste Menge Morphin finden wir stets begleitet von einem Maximum von Narcotin.

In manchen Opiumsorten läßt sich keine Spur Meconsäure entdecken*), aber die Säure fehlt deshalb nicht, sie ist in diesem Fall durch eine anorganische Säure, durch Schwefelsäure vertreten, und auch hier zeigt sich in den Sorten,

*) Robiquet bekam in einer Behandlung von 300 Pfd. Opium keine Spur meconsauren Kalk, während andere Sorten ihm sehr beträchtliche Quantitäten davon gaben. (Ann. de chim. LIII. p. 425.)

wo beide vorhanden sind, daß sie zu einander stets in einem gewissen Verhältnisse stehen.

Wenn aber, wie in dem Saft des Mohns sich herauszustellen scheint, eine organische Säure in einer Pflanze vertreten sein kann durch eine anorganische, ohne daß die Entwicklung der Pflanze darunter leidet, so muß dies in um so höherem Grade bei den anorganischen Basen stattfinden können.

Finden die Wurzeln der Pflanze die eine Base in hinreichender Menge vor, so wird sie um so weniger von der andern nehmen.

Im Zustande der Cultur, wo von außen her auf die Hervorbringung und Erzeugung einzelner Bestandtheile und besonderer Organe eingewirkt wird, werden diese Verhältnisse minder beständig sich zeigen.

Wenn wir die Erde, in welcher eine weißblühende Hyacinthe steht, mit dem Saft von *Phytolacca decandra* begießen, so sehen wir nach einer oder zwei Stunden die weißen Blüthen eine rothe Farbe annehmen; sie färben sich vor unseren Augen, aber im Sonnenlichte verschwindet in zwei bis drei Tagen die Farbe wieder, sie werden weiß und farblos, wie sie im Anfange waren*). Offenbar ist hier der Saft ohne die geringste Aenderung in seiner Gemischen Beschaffenheit in alle Theile der Pflanze übergegangen, ohne durch seine Gegenwart der Pflanze zu schaden, ohne daß man behaupten kann, er sei für die Existenz der Pflanze nothwendig gewesen. Aber dieser Zustand war nicht dauernd, und wenn die Blüthe wieder farblos geworden ist,

*) Siehe Biot in den Comptes rendus des Séances de l'académie des Sciences à Paris 1r Séestre 1837. p. 12.

so wird keiner der Bestandtheile des rothen Farbestoffs mehr vorhanden sein; nur in dem Fall, daß einer davon den Zwecken ihres Lebens dienen könnte, wird sie diesen allein zurückbehalten, die übrigen werden durch die Wurzel in veränderter Form abgeschieden werden.

Ganz derselbe Fall muß eintreten, wenn wir eine Pflanze mit Auflösungen von Chlorkalium, Salpeter oder salpetersaurem Strontian begießen; sie werden wie der erwähnte Pflanzensaft in die Pflanze übergehen, und wenn wir sie zu dieser Zeit verbrennen, so werden wir die Basen in der Asche finden, ihre Gegenwart ist rein zufällig, es kann hieraus kein Schluß gegen die Nothwendigkeit des Vorhandenseins der anderen Basen gezogen werden. Wir wissen aus den schönen Versuchen von Macaire = Princep, daß Pflanzen, die man mit ihren Wurzeln in schwachen Auflösungen von essigsaurem Bleioryd und sodann in Regenwasser vegetiren ließ, daß das letztere von derselben essigsaures Bleioryd wieder empfing, daß sie also dasjenige wieder dem Boden zurückgeben, was zu ihrer Existenz nicht nothwendig ist.

Begießen wir eine Pflanze, die im Freien dem Sonnenlichte, dem Regen und der Atmosphäre ausgesetzt ist, mit einer Auflösung von salpetersaurem Strontian, so wird das anfangs aufgenommene, aber durch die Wurzeln wieder abgeführte Salz bei jeder Benetzung des Bodens durch den Regen von den Wurzeln weiter entfernt; nach einiger Zeit wird sie keine Spur mehr davon enthalten (Daubeny).

Fassen wir nun den Zustand der beiden Tannen in's Auge, deren Asche von einem der schärfsten und genauesten Analytiker untersucht worden ist. Die eine wächst in Norwegen auf einem Boden, dessen Bestandtheile sich nie ändern, dem aber durch Regenwasser lösliche Salze und dar-

unter Kochsalz in überwiegender Menge zugeführt werden; woher kommt es nun, kann man fragen, daß seine Asche keine entdeckbare Spur Kochsalz enthält, während wir gewiß sind, daß seine Wurzeln nach jedem Regen Kochsalz aufgenommen haben.

Wir erklären uns die Abwesenheit des Kochsalzes durch directe und positive Beobachtungen, die man an anderen Pflanzen gemacht hat, indem wir sie der Fähigkeit ihres Organismus zuschreiben, Alles dem Boden wieder zurückzugeben, was nicht zu seinem Bestehen gehört.

Diese Thatsache ihrem wahren Werthe nach anerkannt, müssen die alkalischen Basen, die wir in den Aschen finden, zum Bestehen der Pflanze unentbehrlich sein; denn wären sie es nicht, so wären sie nicht da.

Von diesem Gesichtspunkte aufgefaßt, ist die völlige Entwicklung einer Pflanze abhängig von der Gegenwart von Alkalien oder alkalischen Erden. Mit ihrer gänzlichen Abwesenheit muß ihrer Ausbildung eine bestimmte Grenze gesetzt sein; beim Mangel an diesen Basen wird ihre Ausbildung gehemmt sein.

Vergleichen wir, um zu bestimmten Anwendungen zu kommen, zwei Holzarten mit einander, welche ungleiche Mengen alkalischer Basen enthalten, so ergiebt sich von selbst, daß die eine auf manchen Bodenarten kräftig sich entwickeln kann, auf welchen die andere nur kümmerlich vegetirt. 10,000 Theile Eichenholz geben 250 Theile Asche, 10,000 Theile Tannenholz nur 83, dieselbe Quantität Lindenholz giebt 500, Weizenstroh 440 und Kartoffelkraut 1500 Theile*).

*) Berthier in den Ann. de chimie et de physique T. XXXII. 248.

Auf Granit, auf kahlem Sandboden und Heiden wird die Tanne und Fichte noch hinreichende Mengen alkalischer Basen finden, auf welchen Eichen nicht fortkommen, und Weizen wird auf einem Boden, wo Linden gedeihen, diese- nigen Basen in hinreichender Menge vorfinden, die er zu seiner völligen Entwicklung bedarf.

Diese für die Forst- und Feldwirthschaft im hohen Grade wichtigen Folgerungen lassen sich mit den evidentesten That- sachen beweisen.

Alle Grasarten und Equisetaceen z. B., enthalten eine große Menge Kieselsäure und Kali, abgelagert in dem äußern Saum der Blätter und in dem Halm als saures kie- sel-saures Kali; auf einem Getreidefeld ändert sich der Ge- halt an diesem Salze nicht merklich, wenn es ihm in der Form von Dünger, als verwestes Stroh, wieder zugeführt wird.

Ganz anders stellt sich dieses Verhältniß auf einer Wiese; nie findet sich auf einem kaliarmen Sand- oder reinen Kalk- boden ein üppiger Graswuchs *); denn es fehlt ihm ein für die Pflanze durchaus unentbehrlicher Bestandtheil. Basalte, Grauwacke, Porphyr geben unter gleichem Verhältniße den besten Boden zu Wiesen ab, eben weil sie reich an Alkalien sind. Das hinweggenommene Kali ersetzt sich wieder bei dem jähr- lichen Wässern; der Boden selbst, ist verhältnißmäßig für den Bedarf der Pflanze unerschöpflich an diesen Körpern.

In der Lüneburger Heide gewinnt man dem Boden von je dreißig zu dreißig oder vierzig Jahren eine Ernte

*) Es wäre von Wichtigkeit, die Asche von Strandgewächsen, welche in den muldenförmigen feuchten Vertiefungen der Dünen wachsen, nament- lich die der Sandgräser, auf einen Alkali-gehalt zu prüfen (Hartig). Wenn das Kali darin fehlt, so ist es sicher durch Natron wie bei den Salsolaarten, oder durch Kalk wie bei den Plumbagineen ersetzt.

an Getreide ab, indem man die darauf wachsenden Heiden (*Erica vulgaris*) verbrennt, und ihre Asche in dem Boden vertheilt. Die Pflanze sammelte das in dieser langen Zeit in dem Boden aufgeschlossene oder durch den Regen zugeführte Kali oder Natron; beide sind es, welche in der Asche dem Hafer, der Gerste oder dem Roggen, die sie nicht entbehren können, die Entwicklung gestatteten.

In der Nähe von Heidelberg haben die Holzschläger die Bergünstigung, nach dem Schlagen von Rohholz den Boden zu ihrem Nutzen bebauen zu dürfen. Dem Einsäen des Landes geht unter allen Umständen das Verbrennen der Zweige, Wurzeln und Blätter voran, deren Asche dem darauf gepflanzten Getreide zu Gute kommt. Der Boden selbst, auf welchem die Eichen wachsen, ist in dieser Gegend Sandstein, und wenn auch der Baum hinreichende Mengen von Alkalien und alkalischen Erden für sein eigenes Bestehen in dem Boden vorfindet, so ist er dennoch unfruchtbar für Getreide in seinem gewöhnlichen Zustande.

Man hat in Bingen den entschiedensten Erfolg in Beziehung auf Entwicklung und Fruchtbarkeit des Weinstocks bei Anwendung des an Stickstoff reichsten Düngers, von Hornspänen z. B., gesehen, aber der Ertrag, die Holz- und Blattbildung nahm nach einigen Jahren zum großen Nachtheil des Besitzers in einem so hohen Grade ab, daß er stets zu bereuen Ursache hatte, von der dort gebräuchlichen und als die beste anerkannte Düngungsmethode abgegangen zu sein. Der Weinstock wurde bei seiner Art zu düngen in seiner Entwicklung übertrieben, in zwei oder drei Jahren wurde alles Kali, was den künftigen Ertrag gesichert hatte, zur Bildung der Frucht, der Blätter, des Holzes verwendet, die ohne

Erfaz den Weinbergen genommen wurden, denn der gegebene Dünger enthielt kein Kali.

Man hat am Rhein Weinberge, deren Stöcke über ein Jahrhundert alt sind, und dieses Alter erreichen sie nur bei Anwendung des stickstoffärmsten, aber alkalireichsten Kuhdüngers. Alles Alkali, was die Nahrung der Kuh enthält, geht, wie man weiß, in die flüssigen Excremente über.

Die Blätter und kleinen Zweige der Bäume enthalten die meiste Asche und das meiste Alkali; was durch sie bei dem Laub- und Streusammeln den Wäldern genommen wird, ist bei weitem mehr, als was das Holz enthält, welches jährlich geschlagen wird. Die Eichenrinde, das Eichenlaub enthält z. B. 6 p. c. bis 9 p. c., die Tannen- und Fichtennadeln über 8 p. c.

Mit 2650 Pfd. Tannenholz, die wir einem Morgen Wald jährlich nehmen, wird im Ganzen dem Boden, bei 0,83 p. c. Asche, nur 7 bis 8 Pfd. an Alkalien entzogen, aber die Blätter (Nadeln), welche den Boden bedecken, deren Asche, verglichen mit dem Holze, reich an Alkali ist, halten das Kali an der Oberfläche des so leicht von dem Wasser durchdringbaren Sandbodens zurück, und bieten in ihrer Verwesung den aufgespeicherten Borrath den Wurzeln dar.

Die Asche der Tabakspflanze, des Holzes der Weinrebe, der Erbsen und des Klees enthält eine große Menge Kalk. Diese Pflanzen gedeihen nicht auf einem Boden, worin der Kalk fehlt, ihre Entwicklung wird befördert, wenn dem an Kalk armen Boden Kalksalze zugesetzt werden und wir haben allen Grund, zu glauben, daß ihre üppige Entwicklung wesentlich an die Gegenwart des Kalkes gebunden ist. Dasselbe muß angenommen werden für die Magnesia, die in

vielen Pflanzen (Kartoffeln, Kunkelrüben 2c.) als nie fehlender Bestandtheil vorkommt.

Von einer Erzeugung von Alkalien, Metalloryden und anorganischen Stoffen überhaupt kann nach diesen so wohl bekannten Thatfachen keine Rede sein.

Man findet es bewundernswürdig, daß die Grasarten, deren Samen zur Nahrung dienen, dem Menschen wie ein Hausthier folgen. Sie folgen dem Menschen, durch ähnliche Ursachen gezwungen, wie die Salzpflanzen dem Meeresstrande und Salinen, die Chenopodien den Schutthausen 2c.; so wie die Mistkäfer auf die Excremente der Thiere angewiesen sind, so bedürfen die Salzpflanzen des Rochsalzes, die Schuttpflanzen des Ammoniafs und salpetersaurer Salze. Keine von unseren Getreide- und Gemüsepflanzen kann aber ausgebildete Samen tragen, Samen, welche Mehl geben, ohne eine reichliche Menge von phosphorsauren Alkalien und phosphorsaurer Bittererde, ohne Ammoniak zu ihrer Ausbildung vorzufinden. Diese Samen entwickeln sich nur in einem Boden, wo diese drei Bestandtheile sich vereinigt befinden, und kein Boden ist reicher daran als Orte, wo Menschen und Thiere familienartig zusammenwohnen; sie folgen dem Urin, den Excrementen derselben, weil sie ohne deren Bestandtheile nicht zum Samentragen kommen.

Wenn wir Salzpflanzen mehrere hundert Meilen von dem Strande des Meeres entfernt in der Nähe unserer Salinen finden, so wissen wir, daß sie auf dem natürlichsten Wege dahin gelangen; Samen von Pflanzen werden durch Winde und Vögel über die ganze Oberfläche der Erde verbreitet, aber sie entwickeln sich nur da, wo sich die Bedingungen ihres Lebens vorfinden.

In den Soolenkasten der Gradirgebäude auf der Saline

Salzhausen bei Nidda finden sich zahlreiche Schaaren kleiner nicht über zwei Zoll langer Stachelstiche (*Gasterosteus aculeatus*). In den Soolentasten der 6 Stunden davon entfernten Saline Nauheim trifft man kein lebendes Wesen an, aber die letztere ist überreich an Kohlensäure und Kalk, ihre Grabirwände sind bedeckt mit Stalaktiten, in dem einen Wasser sind die in irgend einer Weise hingebachten Eier zur Entwicklung gekommen, in dem andern nicht.

Wieviel wunderbarer und unerklärlicher erscheint die Eigenschaft feuerbeständiger Körper, unter gewissen Bedingungen sich zu verflüchtigen, bei gewöhnlicher Temperatur in einen Zustand überzugehen, von dem wir nicht zu sagen vermögen, ob sie zu Gas geworden oder durch ein Gas in Auflösung übergegangen sind. Der Wasserdampf, die Vergasung überhaupt ist bei diesen Körpern die sonderbarste Ursache der Verflüchtigung; ein in Gas übergehender, ein verdampfender flüssiger Körper ertheilt allen Materien, welche darin gelöst sind, in höherm oder geringerem Grade die Fähigkeit, den nämlichen Zustand anzunehmen, eine Eigenschaft, die sie für sich nicht besitzen.

Die Borsäure gehört zu den feuerbeständigsten Materien; auch in der stärksten Weißglühhitze erleidet sie keine durch die feinsten Wagen bemerkbare Gewichtsveränderung, sie ist nicht flüchtig, aber ihre Auflösungen im Wasser können auch bei der gelindesten Erwärmung nicht verdampft werden, ohne daß den Wasserdämpfen nicht eine bemerkbare Menge Borsäure folgt. Diese Eigenschaft ist der Grund, warum wir bei allen Analysen Borsäurehaltiger Mineralien, wo Flüssigkeiten, welche Borsäure enthalten, verdampft werden müssen, einen Verlust erleiden; die Quantität Borsäure, welche einem Cubicfuß siedend heißen Wasserdampfes

folgt, ist durch die feinsten Reagentien nicht entdeckbar, und dennoch, so außerordentlich klein sie auch erscheinen mag, stammen die vielen tausend Centner Borsäure, welche von Italien aus, in den Handel gebracht werden, von der ununterbrochenen Anhäufung dieser, dem Anschein nach, verschwindenden Menge her. Man läßt in den Lagunen von Castell nuovo, Chershiago zc. die aus dem Innern der Erde strömenden siedendheißen Dämpfe durch Wasser streichen, was nach und nach daran immer reicher wird, so daß man zuletzt durch Verdunsten krystallisirbare Borsäure daraus erhält. Der Temperatur dieser Wasserdämpfe nach, kommen sie aus Tiefen, wo menschliche Wesen, wo Thiere nie gelebt haben können; wie bemerkenswerth und bedeutungsvoll erscheint in dieser Beziehung der nie fehlende Ammoniakgehalt dieser Dämpfe. In den großen Fabriken zu Liverpool, wo die natürliche Borsäure zu Borax verarbeitet wird, gewinnt man daraus als Nebenproduct viele hundert Pfunde schwefelsaures Ammoniak.

Das Ammoniak stammt nicht von thierischen Organismen; es war vorhanden vor allen lebenden Generationen, es ist ein Theil, ein Bestandtheil des Erdkörpers.

Die von der Direction des poudres et salpêtres unter Lavoisier angestellten Versuche haben bewiesen, daß bei dem Verdampfen von Salpeterlaugen, die darin gelösten Salze sich mit dem Wasser verflüchtigen und einen Verlust herbeiführen, über den man sich vorher keine Rechenschaft geben konnte. Eben so bekannt ist, daß bei Stürmen von dem Meere nach dem Binnenlande hin, in der Richtung des Sturmes, sich die Blätter der Pflanzen mit Salzkry stallen selbst auf 20—30 engl. Meilen hin bedecken, aber es bedarf

der Stürme nicht, um diese Salze zum Verflüchtigen zu bringen, die über dem Meere schwebende Luft trübt jederzeit die salpetersaure Silberlösung, jeder, auch der schwächste Luftzug entführt mit den Milliarden Centnern Seewasser, welche jährlich verdampfen, eine entsprechende Menge der darin gelösten Salze und führt Kochsalz, Chlorkalium, Bittererde und die übrigen Bestandtheile dem festen Lande zu.

Diese Verflüchtigung ist die Quelle eines beträchtlichen Verlustes in der Salzgewinnung aus schwachen Soolen. Auf der Saline Nauheim ist diese Erscheinung durch den dortigen Director, Herrn Wilhelmi, einen sehr unterrichteten und kenntnißreichen Mann, zur Evidenz nachgewiesen worden; eine Glasplatte auf einer hohen Stange zwischen zwei Gradirgebäuden befestigt, die von einander etwa 1200 Schritte entfernt standen, fand sich des Morgens nach dem Austrocknen des Thaues auf der einen oder andern Seite nach der Richtung des Windes stets mit Salzkry stallen bedeckt.

Das in steter Verdampfung begriffene Meer *) verbreitet

*) Das Seewasser enthält nach Marcet in 1000 Theilen:

26,660 Kochsalz,
4,660 schwefelsaures Natron,
1,232 Chlorkalium,
5,152 Chlormagnesium,
1,5 schwefelsauren Kalk.

39,204

Das Nordseewasser enthält nach Clemm in 1000 Theilen:

24,84 Kochsalz,
2,42 Chlormagnesium,
2,06 schwefelsaures Magnesia,
1,31 Chlorkalium,
1,20 Gyps,

sowie unbestimmbare Mengen kohlen sauren Kalk, Bittererde, Eisen, Mangan, phosphorsauren Kalk, Iod und Brommetalle, organische Substanzen, Ammoniak und Kohlen säure.

über die ganze Oberfläche der Erde hin, in dem Regenwasser, alle zum Bestehen einer Vegetation unentbehrlichen Salze, wir finden sie selbst da in ihrer Asche wieder, wo der Boden keine dieser Bestandtheile liefern konnte.

In der Betrachtung umfassender Naturerscheinungen haben wir keinen Maßstab mehr für das, was wir gewohnt sind, klein oder groß zu nennen; alle unsere Begriffe beziehen sich auf unsere Umgebungen, aber wie verschwindend sind diese gegen die Masse des Erdkörpers; was in einem begrenzten Raume kaum bemerkbar ist, erscheint in einem unbegrenzten unfaßbar groß. Die Luft enthält nur ein Tausendtheil ihres Gewichts an Kohlensäure; so klein dieser Gehalt auch scheint, so ist er doch mehr als hinreichend, um Jahrtausende hinaus die lebenden Generationen mit Kohlenstoff zu versehen, selbst wenn er derselben nicht ersetzt werden würde. Das Seewasser enthält $\frac{1}{12400}$ seines Gewichts an kohlensaurem Kalk, und diese in einem Pfunde kaum bestimmbare Menge ist die Quelle, welche Myriaden von Schaalthieren, Korallen &c. mit dem Material zu ihrem Gehäuse versieht.

Während die Luft nur 4 bis 6 Zehntausendtheile ihres Volumens an Kohlensäure enthält, beträgt der Kohlensäuregehalt des Meerwassers über hundertmal mehr (10,000 Volumen Meerwasser enthalten 620 Vol. Kohlensäure, Laurent, Bouillon-Lagrange), und in diesem Medium, worin eine ganze Welt von anderen Pflanzen und Thieren lebt, finden sich die nämlichen Bedingungen ihres Lebens vereinigt, welche das Bestehen lebender Wesen auf der Oberfläche des festen Landes möglich machen *).

*) Wird der trockne Salzrückstand von der Verdampfung von Meerwasser in einer Retorte bis zum Glühen erhitzt, so erhält man ein Sublimat von salzsaurem Ammoniak (Marcet).

Die Wurzeln der Pflanzen sind die ewig thätigen Sammler der Alkalien, der Bestandtheile des Seewassers, die der Regen zuführt, des Quellwassers, was den Boden durchdringt; ohne Alkalien und alkalischen Basen würden die meisten Pflanzen nicht bestehen, ohne die Pflanzen würden die Alkalien allmählig von der Oberfläche der Erde verschwinden.

Wenn man erwägt, daß das Meerwasser weniger als ein Milliontheil seines Gewichts an Jod enthält, daß alle Verbindungen des Jods mit Alkalimetallen in hohem Grade löslich im Wasser sind, so muß man nothwendig in dem Organismus der Seetangen, der Fucusarten, eine Ursache voraussetzen, welche diese Pflanzen bestimmt, während ihres Lebens das Jod in der Form eines löslichen Salzes dem Meerwasser zu entziehen und in der Weise zu assimiliren, daß es in das umgebende Medium nicht wieder zurückkehren kann; diese Pflanzen sind für das Jod ähnliche Sammler, wie die Landpflanzen für die Alkalien, sie sind es, welche uns Quantitäten von Jod liefern, deren Gewinnung aus dem Seewasser die Verdampfung ganzer Seen vorausgehen müßte.

Wir setzen voraus, daß die Seepflanzen Jodmetalle zu ihrer Entwicklung bedürfen, und daß ihr Bestehen an deren Vorhandensein geknüpft ist. Mit demselben Rechte schließen wir von der nie fehlenden Gegenwart der Alkalien und alkalischen Erden in der Asche der Landpflanzen auf ihre Nothwendigkeit für die Entwicklung dieser Pflanzen während ihres Lebens.

Der Ursprung der Ackererde.

Die härtesten Stein- und Gebirgsarten verlieren nach und nach durch den Einfluß gewisser Thätigkeiten ihren Zusammenhang, es sind die Trümmer und Ueberreste der Gebirge, welche diese Veränderung erlitten haben, aus denen die Ackererde besteht.

Die Aufhebung des Zusammenhangs der Fels- und Gebirgsarten wird bedingt theils durch mechanische, theils durch chemische Ursachen. Ueberall, wo die Gebirge das ganze Jahr oder einen Theil des Jahres mit Schnee bedeckt sind, beobachtet man, daß auch die härtesten Felsen in kleine Trümmer zerklüften*), welche durch die Bewegung der Gletscher abgerundet oder in Staub zermalmt werden. Die Bäche und Ströme, welche aus diesen Gletschern entspringen, sind durch die beigemischten Gebirgsthelle unklar und trübe, den Thälern und Ebenen zugeführt setzen sie sich als fruchtbare Erde daraus ab.

„So oft ich Lagern von Erde, Sand und Geschiebe von vielen Tausend Fuß Mächtigkeit begegnete, bin ich immer geneigt gewesen auszurufen, daß mechanische Ursachen, wie die gegenwärtigen Ströme und Bäche, nicht im Stande sein

*) Ich beobachtete häufig, sowohl in den Anden, als in Feuerland (Tierra del fuego), daß überall, wo der Felsen den größten Theil des Jahres hindurch mit Schnee bedeckt war, daß er in einer ganz außerordentlichen Weise in kleine spitzige Fragmente zertrümmert war. Scoresby hat die nämliche Erscheinung auf Spitzbergen beobachtet, er sagt, der unveränderlich zerbröckelte Zustand der Felsen scheint eine Wirkung des Frostes zu sein. (Darwin, S. 388.)

konnten, solche ungeheure Massen in Staub zu verwandeln. Wenn ich aber auf der andern Seite das rassende Getöse dieser fallenden Gewässer in's Auge faßte, wenn ich daran dachte, daß ganze Thiergeschlechter von der Erde verschwunden sind, während welcher Periode Tag und Nacht unausgesetzt die nämlichen Ursachen der Zerstörung und Vernichtung thätig waren, so kam es mir wieder unbegreiflich vor, wie ein Gebirge zuletzt ihren Wirkungen zu widerstehen vermochte. (Darvin 386.)«

Zu diesen mechanischen Ursachen der Aufhebung des Zusammenhangs der Gebirgsarten fügen sich die chemischen Actionen hinzu, welche der Sauerstoff, die Kohlen Säure der Luft, sowie das Wasser auf die Bestandtheile derselben ausüben.

Die letzteren sind die eigentlichen Ursachen der Verwitterung, ihre Thätigkeit ist nicht begrenzt durch die Zeit, sie äußert sich in jeder Zeitskunde und muß selbst dann noch als vorhanden angesehen werden, wenn der hervorgebrachte Effect während der Dauer eines Menschenlebens nicht wahrnehmbar ist.

Es dauert Jahre lang, ehe ein dem Einfluß der Witterung ausgesetztes Stück polirten Granits seinen Glanz verliert, allein in einer unendlich langen Zeit zerfällt das große Stück durch die auf seine Bestandtheile wirkenden chemischen Thätigkeiten in immer kleinere Trümmer.

Die Wirkung des Wassers ist stets begleitet von der des Sauerstoffs und der Kohlen Säure, sie lassen sich kaum getrennt von einander in Betrachtung ziehen.

Eine Menge Felsarten, wie Basalt, Thonschiefer, enthalten in chemischer Verbindung Eisenorydul, was die Fähigkeit besitzt, Sauerstoff aufzunehmen und in Dryd

überzugehen. Wir erkennen diese Eigenschaft in unseren an Eisenoxyden reichen Ackererden. Von der Oberfläche abwärts bis zu einer gewissen Tiefe ist ihre Farbe roth oder rothbraun, sie enthält Eisenoxyd, der Untergrund ist schwarz oder schwarzbraun, er enthält Eisenoxydul. Bei tiefem Pflügen wird der Untergrund zur Oberfläche, und es tritt nun der Fall ein, daß der früher fruchtbare Boden für eine gewisse Reihenfolge von Jahren seine Fruchtbarkeit verliert. Dieser Zustand dauert so lange bis die Oberfläche wieder roth geworden, bis nämlich alles Eisenoxydul in Dryd übergegangen ist.

Ähnlich nun, wie ein krystallisirtes Eisenoxydulsalz durch Aufnahme von Sauerstoff seinen Zusammenhang verliert und in Pulver zerfällt, verhält es sich mit den meisten Gebirgsarten, deren Bestandtheile eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen vermögen. In Folge der Entstehung neuer Zusammensetzungen wird der Zusammenhang der ursprünglichen aufgehoben. Enthält die Gebirgsart eingemengte Schwefelmetalle, wie z. B. Schwefelkies und Magnetkies, welche so häufig sich in den Graniten finden, so verwandeln sich diese nach und nach in schwefelsaure Salze.

Die meisten Gebirgsarten, der Feldspath, der Basalt, der Thonschiefer, Porphyry, zahlreiche Glieder der Kalkformation, sind Gemenge von Silicaten; sie bestehen aus mannigfaltigen Verbindungen von Kiesel Erde mit Thonerde, Kalk, Kali, Natron, Eisen und Manganoxydul.

Um eine klare Vorstellung über den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure auf die Gebirgsarten zu erlangen, ist es nothwendig, sich an die Eigenschaften der Kiesel Erde und ihrer Verbindungen mit alkalischen Basen zu erinnern.

Der Quarz oder Bergkrystall stellt Kiesel Erde in hohem

Grade der Reinheit dar; in diesem Zustande ist sie nicht löslich, weder im kalten noch warmen Wasser, völlig geschmacklos, ohne alle Reaction auf Pflanzenfarben; ihre Haupteigenschaft besteht nun darin, daß sie mit Alkalien und allen basischen Metalloryden salzartige Verbindungen eingeht, die man Silicate nennt. Das Fenster- und Spiegelglas ist ein Gemenge von kiesel-sauren Salzen mit alkalischen Basen, Kali-Natron und Kalk, und die gewöhnlichsten Beobachtungen zeigen, daß in den meisten Sorten dieser Gläser das Alkali völlig neutralisirt ist. Das Vermögen, sich mit Metalloryden zu verbinden und die Alkalien völlig zu neutralisiren, besitzen nur die Säuren, woher es denn kommt, daß die Kiesel-erde den Namen Kiesel-säure erhalten hat.

Die Kiesel-säure ist eine der schwächsten Säuren, die man kennt; es ist schon erwähnt worden, daß ihr der saure Geschmack der anderen Säuren, so wie die Löslichkeit im Wasser, im krystallisirten Zustande völlig abgeht.

Von alkalischen Laugen hingegen wird die Kiesel-erde in sehr feingepulvertem Zustande bei anhaltendem Kochen aufgelöst.

Verbindungen mit Kali und Natron werden am leichtesten auf trockenem Wege durch Schmelzen von reinem oder kohlen-saurem Alkali mit Sand hervorgebracht; es entstehen auf diese Weise Gläser, die je nach der Menge des darin enthaltenen löslichen Bestandtheils verschiedene Eigenschaften zeigen. Bei einem Verhältniß von 70 Kiesel-erde auf 30 Kali oder Natron erhält man ein Glas, was in kochendem Wasser löslich ist und auf Holz oder Eisen gestrichen zu einem glasartigen Ueberzug eintrocknet, daher der Name Wasserglas. Bei weniger Alkali, d. h. bei einem größern Verhältniß von Kiesel-erde vermindert sich mehr oder weniger seine Auflöslichkeit im Wasser.

Die im Wasser löslichen Silicate werden durch alle Säuren zerlegt. Enthält die Auflösung des Silicats mehr als $\frac{1}{30}$ von dem Gewichte des Wassers an Kieselerde, so entsteht durch Zusatz einer Säure ein durchscheinender Niederschlag, der ganz das Ansehen von Gallerte besitzt. Dieser Niederschlag ist eine Verbindung von Kieselerde mit Wasser, Kieselerdehydrat. Enthält die Auflösung weniger Kieselerde, so bleibt sie beim Zusatz von Säure völlig klar.

Dieses Klarbleiben setzt voraus, daß die Kieselerde in dem Zustande, in welchem sie von der Säure aus ihrer Verbindung mit dem Alkali getrennt wird, einen gewissen Grad von Löslichkeit in reinem Wasser besitzt.

Wenn man in der That den Niederschlag von Kieselerde in dem gallertartigen Zustande mit Wasser auswäscht, so nimmt er an Volumen ab; durch Verdampfen des Wassers läßt sich die darin aufgelöste Kieselerde mit Leichtigkeit nachweisen.

Man bemerkt leicht, daß die Kieselsäure einen doppelten chemischen Charakter besitzt. Aus einem Silicate in irgend einer Weise abgeschieden, hat sie ganz andere Eigenschaften, als in der Form von Sand, Quarz und Bergkrystall. Ist bei ihrer Trennung von einer Base, bei ihrer Abscheidung aus einer Auflösung, Wasser genug zugegen, um sie aufgelöst zu halten, so scheidet sich nichts ab; in gewissen Zuständen ist sie löslicher im Wasser, als Gyps.

Diese so große Löslichkeit im Wasser verliert die gallertartige Kieselerde völlig durch bloßes Trockenwerden. Bis zu einem gewissen Grade concentrirt, gesteht ihre Auflösung in Säuren nach dem Erkalten zu einer wasserklaren zusammenhängenden Gallerte. Man kann das Gefäß umwenden, ohne daß ein Tropfen ausfließt.

Bei weiterem Eintrocknen trennt sich mit dem Lösungsmittel, das Wasser, was die Kiesel Erde in den aufgequollenen gallertartigen Zustand versetzt. Die Affinität zwischen beiden ist so schwach, daß diese Trennung schon bei gewöhnlicher Lufttemperatur vor sich geht.

Einmal von ihrem Hydratwasser befreit, ist die Kiesel Erde im Wasser nicht mehr löslich, ohne deshalb in ihren Eigenschaften der krystallisirten Kiesel Erde (Sand, Quarz u.) völlig gleich zu sein; sie behält nämlich das Vermögen, sich in Alkalien und zwar nicht bloß in ägenden, sondern auch in kohlensauren Alkalien bei gewöhnlicher Temperatur zu lösen, dies geschieht sogar dann noch, wenn sie vorher zum Glühen erhitzt worden ist.

Es giebt, wie man sieht, kaum eine Mineralsubstanz, welche in Hinsicht auf merkwürdige Eigenschaften verglichen werden kann mit der Kiesel Erde.

Die meisten der im kalten Wasser unlöslichen Silicate, welche alkalische Basen enthalten, werden durch anhaltende Berührung mit heißem Wasser, besonders leicht wenn das Wasser eine Säure enthält, zerlegt. Noch in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, wo diese Eigenschaft der Silicate unbekannt war, gab sie zu der Meinung Veranlassung, daß das Wasser sich in Erde verwandeln ließe.

Alles in Glasgefäßen destillirte Wasser hinterläßt nämlich nach dem Verdampfen eine gewisse Quantität erdiger Substanz; selbst nach zehn und mehrmaligen Destillationen bleibt ein erdiger Rückstand. Lavoisier zeigte, daß ein Theil des Glases und Porzellans von dem Wasser, was man darin zum Sieden bringt, aufgelöst wird, daß das Gefäß am Gewichte genau um so viel abnimmt, als

das verdampfte Wasser an erdigem Rückstand hinterläßt. In reinen Metallgefäßen destillirt, bleibt diese Erscheinung aus.

Wir sehen die Wirkung, welche das Wasser auf die in dem Glase enthaltenen Silicate ausübt, an dem Blindwerden der Gläser auf Mistbeeten z. B., welche der Witterung am meisten ausgesetzt sind. Wir sehen diese Zersetzung der Gläser gesteigert und vermehrt durch die Mitwirkung der Kohlen Säure in Ställen, wo durch den Athmungsproceß von Thieren und den Fäulnißproceß von thierischen Materien die Luft reich ist an Kohlen Säure.

Die Kieselsäure ist die schwächste unter allen Säuren, die löslichen Silicate werden schon durch Kohlen Säure vollkommen zersetzt.

Eine Auflösung von Wasserglas erstarrt, wenn sie mit Kohlen Säure gesättigt wird, zu einer Gallerte; wir müssen annehmen, daß diese Zersetzung auch in ganz verdünnten Auflösungen vor sich geht, wo wir keine Abscheidung von Kieselerde wahrnehmen, in diesem Falle bleibt die Kieselerde in dem Wasser gelöst.

Die Zersezbarkeit der Silicate durch die Einwirkung des Wassers und der Säuren geht um so rascher und leichter von Statten, je mehr Alkali sie enthalten.

Die anorganische Natur bietet zahlreiche Beispiele eines unausgesetzt vorgehenden Zersetzungsprocesses, der in den Gebirgsarten enthaltenen Silicate, durch den Einfluß des Wassers und der Kohlen Säure dar.

Nach den darüber angestellten Untersuchungen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die großen Lager von Porzellanthon (Kaolin) durch die zerlegende Wirkung des Wassers auf Kali und Natronsilicate, gewisse Feldspathe oder Feldspath führende Gesteine entstanden sind. Man kann

den Feldspath*) sich denken als eine Verbindung eines Thonerdesilicats mit einem Alkalisilicate, welches letztere im Wasser löslich und nach und nach hinweggenommen, den feuerfesten Porzellanthon hinterläßt.

Forchhammer hat gezeigt, daß der Feldspath**) durch Wasser von 150° und unter einem dieser Temperatur entsprechenden Druck zerlegt wird. Das Wasser nimmt eine starke alkalische Reaction an und enthält aufgelöste Kieselerde. Die Geiser auf Island sind Quellen von siedendheißem Wasser***), welche aus einer großen Tiefe kommen und demzufolge einem hohen Drucke ausgesetzt sind. Forchhammer hat durch die Analyse bewiesen, daß wir in diesem Wasser die löslichen Bestandtheile der Natronfeldspathe und Magnesia-Silicate haben, die in Trappgebirgen vorwalten; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß im Grunde des Geisers eine

*) Zusammensetzung der Feldspathe:

	Feldspath	Albit	Labrador	Anorthit.
Kieselerde . . .	65,9 . .	69,8 . .	55,8 . .	44,5
Thonerde . . .	17,8 . .	18,8 . .	26,5 . .	34,5
Kali	16,3			
Natron		11,4 . .	4,0	
Bittererde				5,2
Kalk			11,0 . .	15,7
Eisenoxydul			1,3 . .	0,7

**) Die chemische Formel des Feldspaths ist: $Al_2O_3, 3SiO_2 + KO, SiO_2$.
— Diese Formel dreimal genommen läßt sich zerlegen in Porzellanthon = $3Al_2O_3, 4SiO_2$ = und in lösliches kiesel-saures Kali = $3KO 8SiO_2$.

***) Der trockne Rückstand von 28 Unzen Geiserwasser besteht aus:

Gyps	0,453
Schwefels. Natron)	0,827
Magnesia	
Kochsalz	2,264
Natron	1,767
Kieselerde	5,506

Verwandlung von krystallinischen Feldspathen in Thon un-
ausgesetzt und in einem sehr großen Maasstabe stattfindet.

Das Wasser wirkt bei gewöhnlicher Temperatur, wenn es, wie alles atmosphärische und Quellwasser, Kohlensäure enthält, ganz ähnlich wie bei hoher Temperatur und einem hohen Druck.

Polstorf und Wiegmann nahmen weißen Sand, kochten ihn mit Königswasser aus und setzten ihn nach dem vollständigen Entfernen der Säure durch Auswaschen der Wirkung von Wasser, was mit Kohlensäure gesättigt war, während 30 Tagen aus.

Die Analyse dieses Wassers zeigte, daß die in dem Sande nie fehlenden Silicate, welche der kurzdauernden Einwirkung des Königswassers widerstanden hatten, in längerer Zeit eine Zersetzung durch das kohlenensäurehaltige Wasser erfuhren. Das Wasser enthielt kiesel- und kohlen-saures Kali, sowie Kalk und Talkerde aufgelöst.

Von den in der Natur vorkommenden Silicaten mit alkalischer Basis giebt es eine gewisse Klasse, welche im krystallisirten Zustande Wasser in chemischer Verbindung enthalten, hierher gehören die Zeolithe, Analcim, Mesotyp, Sodolith, Apophyllith etc., die eigentlichen Feldspathe sind immer wasserfrei.

Durch ihr Verhalten gegen Säuren unterscheiden sich diese Silicate sehr wesentlich von einander.

Wird ein dem Mesotyp in seiner Zusammensetzung ähnliches Mineral in feingepulvertem Zustande mit Salzsäure in der Kälte stehen gelassen, so schwillt es zu einer dicken Gallerte auf, welche die Säure gestehen macht. Das Mineral, wie man sagt, wird bei gewöhnlicher Temperatur aufgelöst, die in der Säure löslichen Bestandtheile werden

davon aufgenommen, die Kiesel-erde bleibt als Hydrat zum großen Theil in der Säure ungelöst.

Unter den Feldspathen zeigt der Kalkfeldspath (Labrador) ein ähnliches Verhalten. Der Kali- und Natronfeldspath (Abular und Albit) werden unter diesen Umständen nicht angegriffen.

Durch dieses so verschiedene Verhalten gegen Lösungsmittel ist man im Stande gewesen, sehr zusammengesetzte Gebirgsarten in ihre Gemengtheile zu zerlegen. Das Verfahren selbst, was von C. Gmelin zuerst in seiner Analyse des Phonoliths angewendet worden ist, giebt ein leichtes Mittel ab, die verwitterbaren (aerschließbaren) Mineralien in allen Gebirgs- und Erdbarten aufzufinden und ihre Menge zu bestimmen. So enthält, um einige Beispiele anzugeben, der Phonolith von Abterode im Hegau (Hoggendorff's Analen XIV. p. 357.)

2,097 mesotypartiges Gestein (in Säuren löslich),
11,142 Feldspath (nicht in Säuren löslich).

Die Bestandtheile beider sind folgende:

	das in Säuren lösliche,	der in Säuren unlösliche Rückstand.
Kiesel-erde . . .	38,574 . . .	66,291
Thonerde . . .	24,320 . . .	16,510
Kali . . .	3,079 . . .	9,249
Natron . . .	12,656 . . .	4,960
Kalk . . .	1,802 . . .	
Eisenoxyd . . .	11,346 . . .	2,388
Manganoxyd . . .	2,194 . . .	0,896
Titan-säure . . .	0,620 . . .	
Wasser . . .	4,209 . . .	
Organ. Substanz	0,405 . . .	

8*

In einer ähnlichen Weise analysirte H. Fried den Thonschiefer und Löwe den Basalt und die Lava vom Aetna.

Der Basalt bestand in 100 Theilen aus

{	4,615 Magneteisenerz
}	39,800 Zeolith *)
}	55,885 Augit **).

Durch Behandlung des Thonschiefers von Benndorf mit Salzsäure wurden erhalten

26,46 in Salzsäure lösliche Bestandtheile

73,54 in Salzsäure unlösliche „

Die Zusammensetzung derselben war folgende:

	der in Salzsäure löslichen	der darin unlöslichen Bestand- theile des Thonschiefers.
Kieselerde . . .	22,39	77,06
Thonerde . . .	19,35	15,99
Eisenoxyd . . .	27,61	1,53
Bittererde . . .	7,00	0,57
Kalk . . .	2,42	0,33
Kali (kein Natron)	2,37	3,94
Wasser, Kohlenf.) u. Verlust	} 18,86	} 0,39
Kupferoxyd . . .		0,19.

*) Der Zeolith bestand aus:

Kieselerde . . .	38,83
Thonerde . . .	28,77
Kalk . . .	10,45
Natron . . .	13,81
Kali . . .	1,42
Wasser . . .	6,72

100,00

**) Der Augit ist ein Silicat von Kalk und Bittererde.

Aus diesen Analysen ergeben sich einige höchst wichtige Folgerungen.

Es ist angeführt worden, daß der Feldspath, welcher in der kurzen Zeit von 24 Stunden von kalter Salzsäure kaum angegriffen wird, daß dieses Mineral der auflösenden Wirkung des mit Kohlensäure gesättigten Wassers nicht widersteht, und aus den angeführten Analysen ergibt sich, daß die verbreitetsten Felsarten Gemenge von Silicaten sind, welche sich in Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur lösen, die also von Wasser, namentlich von kohlensäurehaltigem Wasser noch weit leichter aufgeschlossen und angegriffen werden müssen, als der Feldspath.

Alle Fels- und Gebirgsarten, welche Silicate von alkalischem Basen enthalten, können auf die Dauer hin der auflösenden Kraft des kohlensäurehaltigen Wassers nicht widerstehen. Die Alkalien, Kalk, Bittererde werden entweder allein, oder die ersteren in Verbindung mit Kieselerde aufgelöst, während Thonerde gemengt oder in Verbindung mit Kieselerde zurückbleibt. Der verwitterte Phonolith aus Abterode, welcher durch den Einfluß der Feuchtigkeit und Luft auf das feste Gestein entstanden ist, dessen Analyse oben angeführt wurde, verhält sich gegen Salzsäure ganz anders.

Während der unverwitterte Klingstein mehr als 20 p. c. lösliche Bestandtheile an die Salzsäure abgiebt, werden von dem verwitterten noch nicht ganz 5 p. c. aufgelöst.

Der in Säuren unlösliche Bestandtheil des verwitterten Phonoliths ist in seiner Zusammensetzung kaum verändert, in dem löslichen Bestandtheil *) macht das Eisen und Man-

*) Der lösliche Theil des verwitterten Klingsteins besteht aus:

Kieselerde	13,396
Thonerde	5,660

ganoryd die Hauptmasse aus; beide Dryde verhalten sich in dem löslichen Bestandtheil des unverwitterten Gesteins (siehe S. 116) wie 11,346: 2,194, in dem verwitterten sind in 100 Th. 63,39 Eisen auf 11,13 Manganoryd erhalten werden. Dies ist nahe das nämliche Verhältniß.

Durch die Verwitterung sind also vermittelt des Wassers, die Alkalien, der Kalk aufgelöst und mit Kiesel-erde und Thonerde hinweggeführt worden, was zurückblieb, enthält nur $\frac{1}{15}$ der ursprünglich darin vorhandenen Alkalien.

So lange aber noch eine Spur Alkali oder einer in Kohlen-säure löslichen Basis in dem Minerale zurückbleibt, dauert die Wirkung des kohlen-säurehaltigen Wassers, welche ein immer weiterschreitendes Auseinanderfallen der Bestandtheile bewirkt, fort.

Der in ganz Dänemark so häufige gelbe Thon, ist nach Forchhammer Granit, dessen Feldspath in Kaolin verwandelt, dessen Glimmer unzerstört geblieben ist, dessen Quarz den Sand des Thons ausmacht; der Magneteisenstein und das Titaneisen des Granits finden sich in diesem Thone als Eisenoryd und Titanoryd wieder. Aus Syeniten und Grünsteinen entsteht der blaue Thon, dem der Glimmer fehlt

Kali, Natron . . .	1,074
Kalk, Spuren.	
Eisenoryd . . .	63,396
Manganoryd . . .	11,132
Titan-säure . . .	3,396
Der unlösliche Theil:	
Kiesel-erde . . .	66,462
Thonerde . . .	16,810
Kali	9,569
Natron	4,281
Kalk	1,523
Eisenoryd . . .	2,989
Manganoryd . . .	0,172

diejenigen den Namen Porzellanerde erhalten, welche feuerfest, d. h., in dem stärksten Feuer unserer Oefen unschmelzbar sind.

Diese Schwermelzbarkeit ist abhängig von den in den Thonarten enthaltenen alkalischen Basen, Kali, Natron, Kalk, Bittererde und Eisenoxydul. Vergleichen wir die meisten Thonarten mit den Porzellanerden, so ergibt sich, daß das Vorkommen der feuerfesten (der alkaliarmen) verhältnißmäßig selten ist; die in den verbreitetsten Gebirgsarten, in den Ackererden mit den Braunkohlen, Steinkohlen vorkommenden Thonarten sintern in der Hitze zusammen und verglasen in starkem Feuer; der gewöhnliche Lehm schmilzt zu einer Schlacke zusammen. Diese Schmelzbarkeit steht bei denen, in welchen das Eisenoxyd oder Drydul als Bestandtheil fehlt, in geradem Verhältniß zu der Menge der darin enthaltenen alkalischen Basen.

Der aus den Kalifeldspathen entstandene Thon ist frei von Kalk; aus dem Labrador (dem Hauptgemengtheil des Basaltes und der Lava) entsteht ein Kalk- und Natronhaltiger Thon.

Die an Thon reichen Kalksteine enthalten verhältnißmäßig das meiste Alkali, der Mergel, die Cementsteine gehören zu dieser Klasse von Mineralien. Sie zeichnen sich vor allen anderen Kalksteinen durch die merkwürdige Fähigkeit aus, nach mäßigem Brennen, wenn sie mit Wasser in Berührung gebracht werden, zu steinartigen Massen zu erhärten. Bei dem Brennen des Mergels (oder vieler natürlichen Cementsteine) wirken die Bestandtheile des Thons und Kalks chemisch auf einander, es entsteht eine dem wasserfreien Apophyllit *) ähnlich zusammengesetzte Verbindung von kiesel-

*) Formel des Apophyllits: $\text{KO}, 2\text{SiO}_2 + 8\text{CaO}, \text{SiO}_2 + 16\text{aq.}$

saurem Kali und kiesel-saurem Kalk, welche beim Zusammenbringen mit Wasser, gleich dem gebrannten Gypse, eine gewisse Menge davon in chemische Verbindung aufnimmt und damit krystallisirt*).

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich auf eine klare unzweideutige Weise der Ursprung der Ackererde: sie ist aus den an Alkalien und alkalischen Erden reichen Gebirgsarten durch die Wirkung chemischer und mechanischer Thätigkeiten entstanden, die ihren festen Zusammenhang nach und nach aufhoben.

Es bedarf wohl keiner weitern Auseinandersetzung, daß alle Thonarten für sich oder gemengt mit anderen Mineralien, der Thon der Ackererde, unausgesetzt die nämliche fortschreitende Veränderung erleiden, welche darin besteht, daß durch den Einfluß des Wassers und der Kohlensäure die darin enthaltenen Alkalien und alkalischen Basen löslichen Zustand annehmen; es entstehen kiesel-saure, oder wenn diese durch die Einwirkung der Kohlensäure zerlegt werden, kohlensaurer Alkalien und Kieselerdehydrat, letzteres in dem eigenthümlichen Zustande, wo es löslich im Wasser und aufnehmbar durch die Wurzeln der Pflanzen wird.

Der Einfluß der Luft, der Kohlensäure und Feuchtigkeit auf die Bestandtheile der Gebirgsarten läßt sich in den seit Jahrtausenden unbewohnten Gegenden Südamerika's am leichtesten beobachten, wo Jäger und Hirten die Entdecker reicher

*) Wenn wir ein Stück Kreide mit einer Auflösung von Wasserglas (S. 109) besenken, so geht dieses an der Oberfläche eine Verbindung damit ein, welche hart und steinartig ist. An die Stelle des Kalk's im kiesel-sauren Kali tritt der Kalk der Kreide, eine gewisse Menge Kali wird dadurch in der Form von kohlensaurer Kali in Freiheit gesetzt (Kuhlmann).

Silberminen sind. Durch die Verwitterung werden die Bestandtheile des silberführenden Gesteins nach und nach aufgelöst und durch Regen und Wind hinweggeführt, die edlen Metalle widerstehen dieser Zerstörung und bleiben auf der Oberfläche zurück. Es ist eine ganz bestimmte Thatsache, daß die metallischen Silberadern über der Oberfläche des Felsens in scharfen Zacken und Kanten hervorragten *).

Die Cultur.

In dem Vorhergehenden sind die Bedingungen des Lebens aller Vegetabilien betrachtet worden. Kohlensäure, Ammoniak und Wasser liefern die Elemente aller Organe: Salze, Metalloryde, gewisse anorganische Materien, dienen zu besonderen Verrichtungen in dem Organismus der Pflanze, manche davon müssen als Bestandtheile einzelner Pflanzentheile angesehen werden.

Die atmosphärische Luft und der Boden bietet den Blättern und Wurzeln einerlei Nahrung dar.

Die erstere enthält eine verhältnißmäßig unerschöpfliche Menge Kohlensäure und Ammoniak, in dem Boden haben

*) Die Bergwerke zu Chanuncillo, aus denen Silber von vielen Hunderttausend Pfund Sterling an Werth in wenigen Jahren gewonnen wurden, entdeckte ein Mann, der einen Stein nach einem Maulthier warf und ihn schwerer fand, als einen gewöhnlichen Stein; er bestand aus gebiegenem Silber und war ein Stück einer hoch über den Felsen hervorragenden Ader von Silber (Darwin, S. 387).

wir in dem Humus eine sich stets erneuernde Quelle von Kohlensäure; den Winter hindurch häuft sich in dem Regen- und Schneewasser, womit er durchdrungen wird, eine für die Entwicklung der Blüthen und Blätter ausreichende Menge Ammoniak an.

Die völlige, ja man kann sagen, die absolute Unlöslichkeit in kaltem Wasser der in Verwesung begriffenen Pflanzentheile erscheint bei näherer Betrachtung als eine nicht minder weise Natureinrichtung.

Wenn der Humus auch noch einen geringern Grad von Löslichkeit besäße, als man der sogenannten Humusäure zuschreibt, so würde er der auflösenden Kraft des Regenwassers nicht widerstehen können. Bei mehrwöchentlichem Wässern der Wiesen müßte ein großer Theil davon aus dem Boden entführt werden, heftige und anhaltende Regen müßten den Boden daran ärmer machen. Er löst sich aber nur auf, insofern er sich mit dem Sauerstoff verbindet; nur in der Form von Kohlensäure wird er vom Wasser aufgenommen.

Bei Abwesenheit aller Feuchtigkeit erhält sich der Humus Jahrhunderte lang; mit Wasser benetzt, verwandelt er den umgebenden Sauerstoff in Kohlensäure; von diesem Augenblicke an verändert er sich ebenfalls nicht mehr, denn die Wirkung der Luft hört auf, sobald sie ihres Sauerstoffs beraubt ist. Nur wenn Pflanzen in diesem Boden wachsen, deren Wurzeln die gebildete Kohlensäure hinwegnehmen, schreitet die Verwesung fort, aber durch lebende Pflanzen empfängt der Boden wieder, was er verloren hat, er wird nicht ärmer an Humus.

Die Tropfsteinhöhlen in Franken, in der Umgebung von Baireuth, Streitberg sind mit fruchtbarer Ackererde bedeckt;

der Boden über diesen Höhlen ist mit verwesenden Vegetabilien, mit Humus angefüllt, der bei Gegenwart von Feuchtigkeit und Luft unausgesetzt Kohlensäure entwickelt, die sich im Regenwasser löst.

Das mit Kohlensäure angeschwängerte Regenwasser sickert durch den porösen Kalkstein hindurch, der die Seitenwände und Decke der Höhlen bildet, und löst bei diesem Durchgang eine der Kohlensäure entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk auf.

In dem Innern der Höhle angekommen, dunstet von dieser Auflösung das Wasser und die überschüssige Kohlensäure ab, und der Kalkstein, indem er sich abscheidet, überzieht Wände und Decke mit Krystallkrusten von den mannigfaltigsten Formen.

An wenigen Orten der Erde vereinigen sich aber in gleichem Grade, wie an diesen, alle Bedingungen zur Erzeugung von humusfaurem Kalk, wenn der Humus in dem Boden in der That in der Form von Humusäure vorhanden wäre.

Verwesende Vegetabilien, Wasser und Kalk in Auflösung sind vorhanden, allein die gebildeten Stalaktiten enthalten keine Humus-Säure, sie sind glänzend weiß, oder gelblich, zum Theil durchsichtig wie Kalkspath und lassen sich zum Glühen erhitzen ohne Schwärzung.

In den alten Burgen in der Nähe des Rheins, der Bergstraße und der Wetterau bieten unterirdische Gewölbe, aus Sandstein, Granit und Basalt aufgeführt, eine ähnliche Erscheinung wie die Kalkhöhlen dar.

Diese Gewölbe oder Keller sind bedeckt mit einer mehrere Fuß dicken Lage von Dammerde, in der sich verwesende Vegetabilien befinden. Das Regenwasser, was auf diese Gewölbe fällt, nimmt die gebildete Kohlensäure auf, sickert

durch die Erde hindurch, löst durch seinen Kohlen säuregehalt den Kalkmörtel auf; diese Auflösung verdunstet auf der Innenseite der Gewölbe wieder und überzieht sie mit kleinen und dünnen humus säurefreien Stalaktiten.

Es sind dies aber durch die Natur gebaute Filtrirapparate, in denen wir das Resultat eines, Jahrhunderte oder Jahrtausende fortgesetzten, Versuches vor Augen haben.

Wenn das Wasser die Fähigkeit besäße, auch nur ein Hunderttausendtheil seines Gewichts an Humus säure oder humus saurem Kalk aufzulösen, so würden wir beim Vorhandensein von Humus säure die Decke dieser Gewölbe und Höhlen damit überzogen finden, allein man ist nicht im Stande, auch nur die kleinste Spur davon wahrzunehmen. Wenn man zuletzt erwägt, daß die Humus säure oder ihre Salze sich mit brauner Farbe in Wasser lösen, daß das Quell- und Brunnen-Wasser völlig klar und farblos ist und beim Verdampfen nur Salze, die durch Mineralsäuren gebildet sind, aber keine Humus säure hinterläßt, so kann man an der Abwesenheit der letztern in der Acker- und Gartenerde nicht zweifeln. Das Wasser unserer Quellen und Brunnen ist Regenwasser, was durch den Boden sichernd seine ganze auflösende Kraft für die humus sauren Salze äußern müßte. Wäre humus saures Kali in dem Boden vorhanden, so müßte alles Quell- und Brunnen-Wasser, in einer gewissen Tiefe gesammelt, bestimmbare Mengen davon enthalten, allein selbst in dem, kohlen saure Alkalien enthaltenden, Selterser und Fachinger Mineralwasser, die aus dem Boden einer sumpfigen Wiese hervorquellen, der reich an vegetabilischen Stoffen ist, läßt sich keine Spur Humus säure nachweisen. Es giebt kaum schärfere und überwiegendere Beweise für die Abwe-

senheit der Humus säure der Chemiker in der Ackererde und Dammerde.

Die gewöhnliche Vorstellung, welche man sich über die Wirkungsweise der Humus säure geschaffen hatte, gab Veranlassung zu einer durchaus unerklärbaren Erscheinung.

Eine sehr kleine Quantität davon im Wasser gelöst, färbt dasselbe gelb oder braun. Man sollte nun denken, daß ein Boden um so fruchtbarer sein müsse, je mehr Fähigkeit er besitzt, Wasser braun zu färben, d. h. Humus säure an dasselbe abzugeben.

Sonderbarerweise gedeiht aber in einem solchen Boden keine Culturpflanze, und aller Dünger muß, wenn er einen wohlthätigen Einfluß auf die Vegetation äußern soll, diese Eigenschaft verloren haben. Das Wasser auf unfruchtbarem Torfboden, auf sumpfigen Wiesen, auf denen nur wenige Vegetabilien gedeihen, ist reich an dieser Humus säure, und alle Landwirthe und Gärtner kommen darin überein, daß sie nur den sogenannten humificirten Dünger nützlich und gedeihlich für die Culturpflanzen halten. Dies ist nun gerade dersjenige, der die Eigenschaft, das Wasser zu färben, gänzlich verloren hat.

Diese im Wasser mit brauner Farbe lösliche Materie ist ein Product der Fäulniß aller Thier- und Pflanzenstoffe; ihr Vorhandensein ist ein Zeichen, daß es an Sauerstoff fehlt, um die Verwesung zu beginnen oder zu vollenden. An der Luft entfärben sich diese braunen Auflösungen, unter Aufnahme von Sauerstoff schlägt sich ein schwarzer, kohlenähnlicher Körper, die sogenannte Humuskohle, nieder.

Denken wir uns einen Boden, durchdrungen von dieser Substanz, so muß er auf die Wurzeln einer Pflanze gerade

so wirken, als wenn er gänzlich alles Sauerstoffs unaufhörlich beraubt würde; eine Pflanze wird eben so wenig darin wachsen können, als in einer Erde, die man mit Eisenoxydulhydrat mischt.

In einem Boden, in einem Wasser, welches keinen Sauerstoff enthält, sterben alle Pflanzen; Mangel an Luft wirkt ganz ähnlich wie ein Uebermaß an Kohlensäure.

Auf sumpfigem Boden schließt das Wasser, was nicht wechselt, die Luft aus; eine Erneuerung des Wassers wirkt ähnlich wie ein Hinzuführen von Luft, denn das Wasser enthält Luft in Auflösung; geben wir dem Wasser in dem Sumpfe Abzug, so gestatten wir der Luft freien Zutritt, der Sumpf verwandelt sich in die fruchtbarste Wiese.

Ueberreste von Vegetabilien und Thieren, die sich in einem Boden befinden, in den die Luft keinen oder nur geringen Zutritt hat, gehen nicht in Verwesung über, eben weil es an Sauerstoff fehlt; sie gehen in Fäulniß über, zu deren Einleitung Luft genug sich vorfindet.

Die Fäulniß kennen wir nun als einen der mächtigsten Desoxydationsproceße, dessen Einfluß sich auf alles in der Nähe Befindliche, auf Wurzelfasern und die Pflanzen selbst erstreckt. Alle Materien, denen Sauerstoff entzogen werden kann, geben Sauerstoff an den faulenden Körper ab; gelbes Eisenoxyd geht in schwarzes Eisenoxyduloxyd, schwefelsaures Eisenoxyd in Schwefeleisen u. über.

Die öftere Ueferneuerung, die gehörige Bearbeitung des Bodens, namentlich die Berührung mit alkalischen Metalloxyden, mit Braunkohlensche, gebranntem oder kohlen saurem Kalk, ändert die vorgehende Fäulniß in einen reinen Drydationsproceß um; von dem Augenblick an, wo alle vor-

handenen organischen Materien in den Zustand der Verwesung übergehen, erhöht sich die Fruchtbarkeit des Bodens. Der Sauerstoff wird nicht mehr zur Verwandlung der braunen löslichen Materie in unlösliche Humuskohle verwandt, sondern er dient zur Bildung von Kohlensäure.

Diese Veränderung geht äußerst langsam von Statten, nur in seltenen Fällen findet sich dadurch der Sauerstoff völlig abgeschlossen. Unter allen Umständen aber, wo es geschieht, verliert der Boden seine Fruchtbarkeit.

In der Nähe von Salzhausen auf den sogenannten Grünschalweimer Wiesen bemerkt man stellenweise unfruchtbare Flecken, die mit einem gelblichen Grase bedeckt sind. Wird in einen derselben ein Loch von 20—25 Fuß Tiefe gebohrt, so entwickelt sich daraus ein Strom kohlen-saures Gas mit einer so großen Hestigkeit, daß man das Geräusch beim Ausströmen mehrere Schritte davon entfernt deutlich hört. Das von unten in die Höhe steigende kohlen-saure Gas verdrängt aus dem Boden alle Luft, und mit derselben allen Sauerstoff; aber ohne Sauerstoff kann sich kein Samen, keine Wurzelfaser entwickeln; in Stidgas, in kohlen-saurem Gas allein, vegetirt keine Pflanze.

Insofern der Humus den Boden an Kohlensäure bereichert, insofern die Nahrung, welche er liefert, dazu beiträgt, die Anzahl der Organe der atmosphärischen Ernährung zu vervielfältigen, erhöht sein Vorhandensein die Fruchtbarkeit des Bodens. Dies ist die Wirkung des Humus als Quelle des Kohlenstoffs der Pflanzen, allein in der Dammerde ist er begleitet von anderen Bestandtheilen, welche der Pflanze nicht minder nützlich sind. Die Dammerde enthält als nie fehlenden Bestandtheil kohlen-saures Ammoniak, sie enthält

alle Salze und Alkalien der Pflanze, durch deren Fäulniß und Verwesung sie entstanden ist *).

Für manche Pflanzengattungen, namentlich für diejenigen, welche ihre erste Nahrung von der Substanz der Samen selbst empfangen, Wurzeln und Zwiebelgewächse, ist der Humus völlig entbehrlich, seine Gegenwart ist nützlich, insofern ihre Entwicklung beschleunigt und gesteigert wird, sie ist aber nicht nothwendig; in einer gewissen Beziehung ist ein Uebermaß in dem Anfange der Entwicklung einer Pflanze schädlich.

Die Nahrung, welche die junge Pflanze aus der Luft in der Form von Kohlenäure und Ammoniak aufnehmen kann, ist in gewisse Grenzen eingeschlossen, sie kann nicht mehr assimiliren, als die Luft enthält.

Wenn nun im Anfange ihrer Entwicklung die Anzahl der Triebe, Halme, Zweige und Blätter durch ein Uebermaß von Nahrungstoff aus dem Boden diese Grenze überschritten hat, wo sie also zur Vollendung ihrer Entwicklung, zur Blüthe und Frucht, mehr Nahrungstoff in einer gegebenen Zeit aus der Luft bedarf, als diese bieten kann, so wird sie

*) Die aus dem Innern eines hohlen Eichstammes genommene Dammerde giebt beim Einäschern $\frac{1}{1000}$ Rückstand, der 24 p. c. lösliche Salze mit alkalischer Basis, 10,5 p. c. phosphorsaure Erden und 10 p. c. kohlenäure Erden enthält. Der wässrige Extract derselben gab 66 p. c. lösliche Salze (de Saussure). Der mit heißem Wasser erhaltene Auszug der Dammerde, die durch Verwesung des Rhododendron ferrugineum entstanden war, giebt von 1000 Theilen 140 Theile Asche, welche enthielt (de Saussure):

Kohlenäures Kali	14
Chlorallum	23
Schwefelsäures Kali	16
Phosphorsaure Erden	17,25
Kohlenäure Erden	21,50
Kieselerde	3,25
Metalloryde und Verlust	5,00

nicht zur Blüthe, zur Fruchtbildung gelangen. In vielen Fällen reicht diese Nahrung nur hin, um die Blätter, Halme und Zweige völlig auszubilden.

Es tritt alsdann der nämliche Fall ein, wie bei den Zierpflanzen, wenn man beim Versetzen in größere Töpfe den Wurzeln gestattet, sich zu vergrößern und zu vervielfältigen. Die vorhandene und begrenzte Menge der Nahrung wird zur Vermehrung der Wurzeln und Blätter verwendet; sie treiben, wie man sagt, in's Kraut und kommen nicht zur Blüthe.

Bei dem Zwergobst nehmen wir gerade umgekehrt den Bäumen einen Theil ihrer Zweige und damit ihrer Blätter; wir hindern die Entwicklung neuer Zweige, es wird künstlich ein Ueberschuß von Nahrung geschaffen, die dann zur Vermehrung der Blüthe und Vergrößerung der Frucht von der Pflanze verwendet wird. Das Beschneiden des Weinstocks hat einen ganz ähnlichen Zweck.

Bei allen perennirenden Gewächsen, bei den Sträuchern, Frucht- und Waldbäumen geht nach der völligen Ausbildung der Frucht ein neuer eigenthümlicher Vegetationsproceß an; während bei den einjährigen Pflanzen, von dieser Periode an, die Blätter ihre Farbe wechseln und gelb werden, bleiben die Blätter der Bäume und Sträucher bis zum Anfang des Winters in Thätigkeit. Das Holz wird fester und härter, und vom August an erzeugt sich kein Holz mehr; alle Kohlenäure, die sie aufnehmen und assimiliren, wird zur Erzeugung von Nahrungstoffen für das künftige Jahr verwendet; anstatt Holzfaser wird jetzt Amylon gebildet und durch den Augustsaft (Sève d' Août) in allen Theilen der Pflanze verbreitet (Hartig, in Erdmann und Schweigger-Seidel's Journal V. 217. 1835). Man kann

durch gute Mikroskope die abgelagerte Stärke, nach den Beobachtungen des Herrn Forstmeisters Heyer, in ihrer bekannten Form in dem Holzkörper sehr leicht erkennen. Die Rinde mancher Espen und Fichten *) ist so reich daran, daß sie durch Zerreiben und Waschen mit Wasser, wie Kartoffelstärke, daraus gewonnen werden kann; sie findet sich ferner in den Wurzeln und Wurzelstöcken perennirender Pflanzen.

Sehr früher Winter oder rascher Temperaturwechsel hindern die Erzeugung dieser Borräthe von Nahrung für das künftige Jahr, das Holz wird, wie beim Weinstock z. B., nicht reif, seine Entwicklung ist das folgende Jahr in engeren Grenzen eingeschlossen.

Aus diesem Amylon entsteht im nächsten Frühjahr der Zucker und das Gummi, und aus diesem wieder die stickstofffreien Bestandtheile der Blätter und jungen Triebe. Mit der Entwicklung der jungen Kartoffelpflanze, mit der Bildung der Keime nimmt der Amylongehalt der Wurzel ab; der Ahornsaft hört auf, süß zu sein, sein Zuckergehalt verliert sich mit der Ausbildung der Knospen, der Blüthe und der Blätter.

Ein Weidenzweig, der durch seinen ganzen Holzkörper eine große Menge Amylonkörnchen in sich schließt, treibt in reinem destillirten oder Regenwasser Wurzeln oder Blätter aber in dem Grade, als sie sich vergrößern, nimmt der Amylongehalt ab; es ist evident, das Amylon ist zur Ausbildung der Wurzeln und Blätter verzehrt worden.

Bei dem Blühen des Zuckerrohrs verschwindet ebenfalls ein Theil des gebildeten Zuckers; und bei den Kunkelrüben

*) Aus Fichtenrinde wird zu Zeiten der Noth in Schweden befanntlich Brot gebacken.

hat man die bestimmte Erfahrung gemacht, daß er sich in der Wurzel erst mit Vollendung der Blattbildung anhäuft.

Diese so wohlbegründeten Beobachtungen entfernen jeden Zweifel über den Antheil, den Zucker, Stärke und Gummi an dem Entwicklungsproceß der Pflanzen nehmen; es hört auf, räthselhaft zu sein, woher es kommt, daß diese drei Materien der entwickelten Pflanze zugeführt, keinen Antheil an ihrem Wachsthum, an ihrem Ernährungsproceß nehmen.

Man hat — aber gewiß mit Unrecht — die gegen den Herbst hin sich in den Pflanzen anhäufenden Vorräthe von Stärke mit dem Fett der dem Winterschlaf unterworfenen Thiere verglichen; allein bei diesen sind alle Lebensfunctionen bis auf den Respirationproceß in einem Zustande der Ruhe; sie bedürfen, wie eine sehr langsam brennende Oellampe, nur einer kohlen- und wasserstoffreichen Materie, um den Verbrennungsproceß in der Lunge zu unterhalten. Mit dem Erwachen aus dem Winterschlaf ist alles Fett verschwunden, es hat nicht zur Ernährung gedient, kein Theil ihres Körpers hat durch das Fett an Masse zugenommen, die Qualität von keinem davon hat eine bemerkbare Veränderung erlitten. Das Fett hatte mit der eigentlichen Ernährung nicht das Geringste zu thun.

Die einjährige Pflanze erzeugt und sammelt die Nahrung der künftigen, auf gleiche Weise wie die perennirende; sie speichert sie im Samen in der Form von vegetabilischem Eiweiß, von Stärkemehl und Gummi auf, sie wird beim Keimen zur Ausbildung der ersten Wurzelfasern und Blätter verwendet; mit dem Vorhandensein dieser Organe fängt die Zunahme an Masse, die eigentliche Ernährung erst an.

Jeder Keim, jede Knospe einer perennirenden Pflanze ist der aufgepfropfte Embryo eines neuen Individuums, die

im Stamme, in der Wurzel aufgespeicherte Nahrung; sie entspricht dem Albumen des Samens.

Nahrungsstoffe in ihrer eigentlichen Bedeutung sind offenbar nur solche Materien, welche, von außen zugeführt, das Leben und alle Lebensfunctionen eines Organismus zu erhalten vermögen, insofern sie von den Organen zur Hervorbringung der ihnen eigenthümlichen Bestandtheile verwendet werden können.

Bei den Thieren entspringt aus dem Blute die Substanz ihrer Muskeln und Nerven; es unterhält durch einen seiner Bestandtheile den Athmungsproceß, durch andere wieder besondere Lebensproceße, ein jeder Theil des Körpers empfängt Nahrung durch das Blut, allein die Bluterzeugung ist eine Lebensfunction für sich, ohne welche das Leben nicht gedacht werden kann; setzen wir die Organe der Bluterzeugung außer Thätigkeit, führen wir in die Adern eines Thieres Blut von außen zu, so erfolgt der Tod, wenn seine Quantität eine gewisse Grenze überschreitet.

Die kleinsten Theilchen des Zuckers folgen, sich selbst überlassen, der Anziehung einer rein chemischen Kraft, sie krySTALLISIREN; es ist klar, daß das Amylon, die Holzsubstanz weit höher organisirte Verbindungen sind, als der Zucker, denn sie besitzen eine Form, die ihnen von der Cohäsionskraft allein nicht gegeben werden konnte; wir können uns denken, daß Amylon und Holzsubstanz zuerst Gummi oder Zucker waren, daß beide aus Zucker entstanden sind, allein zur Verwandlung des Zuckers in Amylon gehören noch andere Bedingungen, sie findet nicht statt, wenn diese fehlen.

Neben der Stärke, dem Zucker und Gummi müssen in einer Pflanze aber noch andere Materien vorhanden sein, wenn sie überhaupt an der Entwicklung des Keims, der ersten Wurzelfasern und Blätter Antheil nehmen sollen.

Ein Samenkorn enthält in seiner eigenen Masse unzweifelhaft die Bestandtheile des Keims und der ersten Wurzelfasern.

Wenn wir diese Bestandtheile mit Stärke und Kleber bezeichnen, so ist klar, daß keiner davon allein, sondern beide zugleich an der Keim- und Wurzelbildung Antheil nehmen, denn bei Gegenwart von Luft, Feuchtigkeit und einer angemessenen Temperatur erleiden sie beide eine Metamorphose.

Die Stärke verwandelt sich in Zucker, der Kleber nimmt ebenfalls eine neue Form an, beide erhalten die Fähigkeit, sich zu lösen, d. h. einer jeden Bewegung zu folgen.

Beide werden zur Bildung der Wurzelfasern und ersten Blätter völlig aufgezehrt, ein Ueberschuß von dem einen würde ohne die Gegenwart einer entsprechenden Menge von dem andern zur Blattbildung, oder überhaupt nicht verwendet werden können.

Man schreibt bekanntlich die Verwandlung der Stärke in Zucker bei dem Keimen der Getreidekörner einer eigenthümlichen Materie, der Diastase, zu, die sich durch den Act der beginnenden Vegetation erzeugt; aber durch Kleber allein kann ihre Wirkungsweise, obwohl erst in längerer Zeit, ersetzt werden; jedenfalls enthält der gekeimte Samen bei weitem mehr davon, als zur Umwandlung der Stärke in Zucker nöthig war, denn man kann mit einem Theile gekeimter Gerste ein 5mal größeres Gewicht Stärke noch in Zucker überführen.

Gewiß wird man diesen Ueberschuß von Diastase nicht für zufällig ansehen können, eben weil sie selbst neben der Stärke Antheil an der Bildung der ersten Organe nimmt, sie verschwindet mit dem Zucker.

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser sind die Nahrungstoffe der Pflanzen; Stärke, Zucker oder Gummi dienen,

wenn sie begleitet sind von einer stickstoffhaltigen Substanz, dem Embryo zur ersten Entfaltung seiner Ernährungsorgane.

Die Ernährung des Fötus, die Entwicklung des Eies geschieht in anderer Weise, als die des Thieres, was seine Mutter verlassen hat; der Abschluß der Luft, der das Leben des Fötus nicht gefährdet, würde den Tod des Thieres bewirken; so ist denn auch reines Wasser für das Gedeihen der jungen Pflanze zuträglicher, als ein an Kohlensäure reiches; aber nach einem Monat ist das Verhältniß umgekehrt (Sauffure).

Die Bildung des Zuckers in den Ahornarten geht nicht in den Wurzeln, sondern in dem Holzkörper vor sich. Der Zuckergehalt des Saftes nimmt zu, wenn er bis zu einer gewissen Höhe in dem Stamme steigt; über diesen Punkt hinaus bleibt er unverändert.

Ähnlich wie in der keimenden Gerste eine Materie gebildet wird, durch deren Berührung mit Amylon das letztere seine Unauflöslichkeit verliert und in Zucker übergeht, so muß in den Wurzeln des Ahorns mit dem Beginn einer neuen Vegetation eine Substanz erzeugt werden, die im Wasser gelöst, in ihrem Wege durch den Holzkörper die Verwandlung der dort abgelagerten Stärke, oder was es sonst noch sein mag, in Zucker bewirkt; es ist sicher, daß wenn ein Loch oberhalb der Wurzeln in den Stamm gebohrt, mit Zucker gefüllt und wieder verschlossen wird, daß derselbe in dem aufsteigenden Saft sich lösen wird; es ist ferner möglich, daß dieser Zucker auf eine ähnliche Weise wie der im Stamm gebildete verwendet werden wird, jedenfalls bleibt es gewiß, das Hinzuführen dieses Zuckers wird die Wirkung des Saftes auf das Amylon nicht hindern, und da ein größeres Verhältniß davon vorhanden ist, als das Blatt oder

die Knospe bedürfen, so wird er auf der Oberfläche der Blätter oder durch die Rinde wieder abgetrieben werden. Gewisse Krankheiten von Bäumen, der sogenannte Honigthau, rühren offenbar von einem Mißverhältniß in der Menge der zugeführten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe her.

Bei der Betrachtung der einzelnen Organe einer Pflanze finden wir jede Faser, jedes Holztheilchen umgeben mit einem Saft, welcher eine stickstoffhaltige Materie enthält, die Stärkekörnchen in den Getreidesamen finden sich in Zellen eingeschlossen, gebildet von einer stickstoffhaltigen Substanz; überall in allen Säften in den Früchten und Blüthen finden wir eine stickstofffreie Materie, begleitet von einer stickstoffhaltigen.

In den Blättern kann das Holz des Stammes als Holz nicht gebildet werden, sie müssen die Fähigkeit haben, eine Materie zu erzeugen, die geeignet ist, in Holz überzugehen, und diese muß in gelöstem Zustande stets begleitet sein von einer stickstoffhaltigen Verbindung; es ist höchst wahrscheinlich, daß sich Holz und Pflanzenalbumin, Amylon und Zelle gleichzeitig und zwar neben einander bilden, und in diesem Falle ist ein bestimmtes Verhältniß von beiden eine Bedingung ihrer Entstehung.

Wir finden in der Knospe, in dem jungen Blatte Salze mit alkalischen Basen, wir finden die stickstoffhaltigen Bestandtheile stets begleitet von phosphorsauren Salzen, und wir müssen annehmen, daß auch sie in den Lebensfunktionen der Pflanze eine gewisse Rolle spielen.

Wir können uns denken, daß ohne die Gegenwart gewisser Bodenbestandtheile, sich in dem Organismus der Pflanze kein Stickstoff und schwefelhaltiger Bestandtheil findet, daß

ohne diese und ohne die Gegenwart der alkalischen Basen, keine Kohlensäure aufgenommen und zerlegt wird.

Alles Uebrige gleichgesetzt, wird hiernach nur eine dem Stickstoffgehalt entsprechende Quantität der von den Blättern erzeugten Substanzen assimilirbar sein; fehlt es an Stickstoff, so wird eine gewisse Menge stickstofffreier Substanz in irgend einer Form nicht verwendet und als Excremente der Blätter, Zweige, Rinden und Wurzeln abgeschieden werden.

Die Ausschwitzungen gesunder, kräftiger Pflanzen von Mannit, von Gummi und Zucker können keiner andern Ursache zugeschrieben werden*).

Es tritt hier ein ähnlicher Fall ein, wie bei der Verdauung im menschlichen Organismus; wenn jedem Theil des Körpers ersetzt werden soll, was er durch Respiration und Secretionsproceffe verliert, so muß den Organen der Verdauung ein bestimmtes Verhältniß von stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln, begleitet von gewissen Mineralsubstanzen, die ihren Uebergang in Blut vermitteln, dargeboten werden. Ist die Quantität der zugeführten stick-

*) Herr Advocat Trapp in Gießen besitzt eine wohlriechende Volkamerie (*Clerodendron fragrans*), in deren Blattdrüsen im September, wo sie im Zimmer vegetirte, große farblose Tropfen ausschwitzten, die zu den regelmäßigsten Krystallen von Rands-Zucker eintrockneten; es ist mir nicht bekannt, ob der Saft dieser Pflanze Zucker enthält. So hat ferner Langlois vor kurzem beobachtet (*Ann. de chimie et de phys.* III. Serie. Tom. VII. pag. 348.), daß während der großen Trockenheit im Sommer 1842 die Oberfläche der Blätter der Lindenbäume sich mit einem dicken süßen Liquidum bedeckten, welches in manchen Stunden des Tages in so großer Menge vorhanden war, daß es in der Form eines Regens herabfiel. Leicht hätten von einem mäßigen Lindenbaume mehrere Kilogramme gewonnen werden können. Dieser süße Saft enthält vorzüglich Traubenzucker und Mannit.

stofffreien Substanzen überwiegend, so werden sie entweder zur Fettbildung verwendet oder sie gehen unverändert durch den Organismus hindurch. Man beobachtet dies namentlich bei Menschen, die sich beinahe ausschließlich von Kartoffeln nähren; ihre Excremente enthalten eine große Menge ganz unveränderter Stärkemehlkörnchen.

Unter diesem Gesichtspunkte wird es einleuchtend, wie sehr sich die in einer Pflanze erzeugten Producte, je nach dem Verhältniß der zugeführten Nahrungstoffe, ändern können. Ein Ueberschuß an Kohlenstoff, in der Form von Kohlensäure durch die Wurzeln zugeführt, wird bei Mangel an Stickstoff weder in Kleber, noch in Eiweiß, noch in Holz übergehen; er wird als Zucker, Amylon, Del, Wachs, Harz, Mannit, Gummi, in der Form also eines Excrementes, abgeschieden werden, oder mehr oder weniger weite Zellen und Gefäße füllen.

Bei einem Ueberschuß stickstoffhaltiger Nahrung wird sich bei Vereinerung gewisser anderer Bedingungen der Kleber, der Gehalt von vegetabilischem Eiweiß vermehren, es werden Ammoniaksalze in den Säften bleiben, wenn, wie beim Anbau der Kunkelrüben, ein sehr stickstoffreicher Dünger dem Boden gegeben, oder die Functionen der Blätter unterdrückt werden, indem man die Pflanze ihrer Blätter beraubt.

Wir wissen in der That, daß die Ananas im wilden Zustande kaum genießbar ist, daß sie bei reichlichem thierischen Dünger eine Masse von Blättern treibt, ohne daß die Frucht deshalb an Zucker zunimmt; daß der Stärkegehalt der Kartoffeln in einem humusreichen Boden wächst, daß bei kräftigem animalischen Dünger die Anzahl der Zellen zunimmt, während sich der Amylongehalt vermindert; in dem erstern Falle besitzen sie eine mehligte, in

dem andern eine feisige Beschaffenheit. Die Kunkelrüben, auf magerm Sandboden gezogen, enthalten ein Maximum von Zucker und kein Ammoniaksalz, und in gedüngtem Lande verliert die Teltower Rübe ihre mehligte Beschaffenheit, denn in diesem vereinigen sich alle Bedingungen für Zellenbildung.

Eine abnorme Production von gewissen Bestandtheilen der Pflanzen setzt in den Blättern eine Kraft und Fähigkeit der Assimilation voraus, die wir mit einer gewöhnlichen, selbst der mächtigsten chemischen Action nicht vergleichen können. Man kann sich in der That keine geringe Vorstellung davon machen, denn sie übertrifft an Stärke die mächtigste galvanische Batterie, mit der wir nicht im Stande sind, den Sauerstoff aus der Kohlensäure auszuscheiden. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff, seine Fähigkeit, das Wasser im Sonnenlicht zu zerlegen und den Sauerstoff daraus zu entwickeln, ist für nichts zu achten gegen die Kraft und Energie, mit welcher ein von der Pflanze getrenntes Blatt das aufgesaugte kohlen saure Gas zu zerlegen vermag.

In der lebendigen Pflanze, in dem Samen und dem Keime ist eine von allen anderen Kräften verschiedene Ursache der Zunahme und Vergrößerung an Masse vorhanden, allein sie zeigt sich in ihrer Thätigkeit nur bei Mitwirkung der Wärme oder des Lichts.

Wir sehen im Frühling, wenn die Sonnenwärme die Erde durchdringt, daß die Spargelpflanze ohne alle Mitwirkung des Lichts viele Fuß lange Keime treibt. Aber die Bestandtheile dieser Keime waren Bestandtheile der Wurzel. Eine Verwandlung vorhandener Verbindungen in neue Producte, ihr Uebergang in neue Formen, kann ohne

Licht, wiewohl nicht ohne Wärme, vor sich gehen, allein hiermit ist keine wahre Zunahme an Masse, keine Vergrößerung in der Kohlenstoffmenge verbunden. Diese findet nur Statt unter dem Einfluß des Lichts.

Die gewöhnliche Meinung, daß nur das direct einfallende Sonnenlicht die Zerlegung der Kohlensäure in den Blättern der Pflanzen zu bewirken vermöge, daß das reflectirte oder Tageslicht die Fähigkeit nicht besitzt, ist ein sehr verbreiteter Irrthum, denn in einer Menge Pflanzen erzeugen sich absolut die nämlichen Bestandtheile, gleichgültig, ob sie vom Sonnenlichte getroffen werden, oder ob sie im Schatten wachsen, sie bedürfen des Lichtes und zwar des Sonnenlichtes, aber es ist für ihre Functionen durchaus gleichgültig, ob sie die Strahlen der Sonne direct erhalten oder nicht. Ihre Functionen gehen nur mit weit größerer Energie und Schnelligkeit im Sonnenlichte als im Tageslichte oder im Schatten vor sich; es kann keine andere Verschiedenheit hier gedacht werden, als bei ähnlichen Wirkungen, welche das Licht auf chemische Verbindungen zeigt, und diese Verschiedenheit wird bemerkbar durch einen höhern oder niedrigeren Grad der Beschleunigung der Action.

Chlor und Wasserstoff vereinigen sich beide zu Salzsäure; im gewöhnlichen Tageslichte geht die Verbindung in einigen Stunden, im Sonnenlichte augenblicklich mit einer gewaltsamen Explosion vor sich, in völliger Dunkelheit beobachtet man nicht die geringste Veränderung.

Das Del des ölbildenden Gases liefert mit Chlor in Berührung im Sonnenlichte augenblicklich Chlorkohlenstoff, im gewöhnlichen Tageslichte kann der letztere ebenfalls mit derselben Leichtigkeit erhalten werden, es gehört dazu nur eine längere Zeit. Während man bei diesem Ver-

suche, wenn er im Sonnenlichte angestellt wird, nur zwei Producte bemerkt (Salzsäure und Chlorkohlenstoff), beobachtet man bei der Einwirkung im Tageslichte eine Reihe von Zwischenstufen, von Verbindungen nämlich, deren Chlorgehalt beständig zunimmt, bis zuletzt das ganze Del in zwei Producte zerfällt, die mit denen im Sonnenlichte erhaltenen absolut identisch sind. Im Dunkeln beobachtet man auch hier nicht die geringste Zersetzung. Salpetersäure zerlegt sich im gewöhnlichen Tageslichte in Sauerstoffgas und salpetrige Säure, Chlorsilber schwärzt sich im Tageslichte so gut wie im Sonnenlichte, kurz alle Actionen ganz ähnlicher Art nehmen im Tageslichte dieselbe Form an wie im Sonnenlichte, nur in der Zeit, in der es geschieht, bemerkt man einen Unterschied. Bei den Pflanzen kann es nicht anders sein; bis auf einige Parasiten, die den Kohlenstoff nicht oder nur theilweise aus der ersten Quelle empfangen, ist die Art ihrer Ernährung bei allen dieselbe, und ihre Bestandtheile beweisen es, daß die Nahrungstoffe absolut dieselbe Veränderung erlitten haben*).

Was wir also an Kohlenensäure einer Pflanze auch zuführen mögen, wenn ihre Quantität nicht mehr beträgt, als was von den Blättern zersetzbar ist, so wird sie eine Meta-

*) Die Unmöglichkeit, Moose und andere Cryptogamen zum Blühen und Samentragen in gewöhnlichem Tageslichte zu bringen, brachte Herr Köllner, einen trefflichen Botaniker und Chemiker in Darmstadt, auf die Vorstellung, daß das durch die Blätter der Waldbäume gebrochene grüne Licht eine nothwendige Bedingung ihres Lebens sei. Er pflanzte die mannigfaltigsten Arten dieser Gewächse in Walberde, in kleinen Glasröhren, bedeckte sie mit einer Glocke von grünem Glase und sah seine Voraussetzung durch den Versuch mit dem schönsten Erfolge gekrönt. Alle diese zierlichen Gewächse entwickelten sich unter diesen Umständen mit der größten Ueppigkeit, sie setzten Blüten und fruchtbaren Samen an.

morphose erleiden. Wir wissen, daß ein Uebermaß an Kohlensäure die Pflanze tödtet, wir wissen aber auch, daß der Stickstoff bis zu einem gewissen Grade unwesentlich für die Zersetzung der Kohlensäure ist.

Alle bis jetzt angestellten Versuche beweisen, daß frische Blätter, von der Pflanze getrennt, in einem Wasser, welches Kohlensäure enthält, Sauerstoffgas im Sonnenlichte entwickeln, während die Kohlensäure verschwindet.

In diesen Versuchen ist also mit der Kohlensäure kein Stickstoff gleichzeitig zugeführt worden, und man kann hieraus keinen andern Schluß ziehen, als den, daß zur Zersetzung der Kohlensäure, also zur Ausübung von einer ihrer Functionen, keine gleichzeitige Zufuhr von Stickstoff erforderlich ist, wenn auch für die Assimilation der durch die Zersetzung der Kohlensäure neugebildeten Producte, um Bestandtheile gewisser Organe der Pflanzen zu werden, die Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz unentbehrlich zu sein scheint.

Der aus der Kohlensäure aufgenommene Kohlenstoff hat in den Blättern eine neue Form angenommen, in der er löslich und überführbar in alle Theile der Pflanze ist. Wir bezeichnen diese Form mit Zucker, wenn die Producte süß schmecken, und mit Gummi oder Schleim, wenn sie geschmacklos sind, sie heißen Excremente, wenn sie durch die Wurzeln (Haare und Drüsen der Blätter u.) abgeführt werden.

Es ist hieraus klar, daß, je nach den Verhältnissen der gleichzeitig zugeführten Nahrungstoffe, die Menge und Qualitäten der durch den Lebensproceß der Pflanzen erzeugten Stoffe wechseln werden.

Im freien wilden Zustande entwickeln sich alle Theile

einer Pflanze je nach dem Verhältnisse der Nahrungsstoffe, die ihr vom Standorte dargeboten werden; sie bildet sich auf dem magersten, unfruchtbarsten Boden eben so vollkommen aus, wie auf dem fettesten und fruchtbarsten; nur in ihrer Größe und Masse, in der Anzahl der Halme, Zweige, Blätter, Blüthen oder Früchte beobachtet man einen Unterschied.

Während auf einem fruchtbaren Boden alle ihre einzelnen Organe sich vergrößern, vermindern sie sich auf einem andern, wo ihr die Materien minder reichlich zufließen, die sie zu ihrer Bildung bedarf; ihr Gehalt an stickstoffhaltigen oder stickstofffreien Bestandtheilen ändert sich mit der überwiegenden Menge stickstoffhaltiger und stickstofffreier Nahrungsmittel.

Die Entwicklung der Halme und Blätter, der Blüthen und Früchte ist an bestimmte Bedingungen geknüpft, deren Kenntniß uns gestattet, einen gewissen Einfluß auf ihren Gehalt an gewissen Bestandtheilen, sowie auf die Hervorbringung eines Maximums an Masse auszuüben.

Die Ausmittlung dieser Bedingungen ist die Aufgabe des Naturforschers; aus ihrer Kenntniß müssen die Grundsätze der Land- und Forstwirthschaft entspringen.

Es giebt kein Gewerbe, was sich an Wichtigkeit dem Ackerbau, der Hervorbringung von Nahrungsmitteln für Menschen und Thiere vergleichen läßt; in ihm liegt die Grundlage des Wohlseins, die Entwicklung des Menschengeschlechts, die Grundlage des Reichthums der Staaten, er ist die Grundlage aller Industrie.

In keinem andern Gewerbe ist die Anwendung richtiger Principien von wohlthätigeren Folgen, von größerm und bemerkbarerm Einfluß, und es muß um so räthselhafter und unbegreiflicher erscheinen, wenn man in den Schriften der

Agronomen vergebens nach einem leitenden Grundsatz sich umsieht.

An allen Orten, in allen Gegenden wechseln die Methoden des Feldbaues, und wenn man nach den Ursachen dieser Abweichung fragt, so erhält man die Antwort, sie hängen von Umständen ab (*les circonstances sont les assolemens*), es giebt keine Antwort, in der sich die Unwissenheit offener auspricht.

Neben gleichen allgemeinen Bedingungen des Wachsthums aller Vegetabilien, der Feuchtigkeit, des Lichtes, der Wärme und der Bestandtheile der Atmosphäre, giebt es besondere, welche auf die Entwicklung der Pflanzen einen ausgezeichneten Einfluß ausüben. Diese besonderen Bedingungen liegen im Boden, oder sie werden ihnen gegeben in der Form von Stoffen, die man mit dem allgemeinen Namen Dünger bezeichnet.

Was enthält aber der Boden, was enthalten die Stoffe, die man Dünger nennt? Vor der Ausmittlung dieser Fragen kann an eine rationelle Land- und Forstwirtschaft nicht gedacht werden.

Zur vollständigen Lösung dieser Fragen werden die Kräfte und Kenntnisse des Pflanzenphysiologen, des Agronomen und Chemikers in Anspruch genommen.

Die Aufgabe der Cultur ist im Allgemeinen die vorthellhafteste Hervorbringung gewisser Qualitäten, oder eines Maximums an Masse von gewissen Theilen oder Organen verschiedenartiger Pflanzen, sie wird gelöst durch die Anwendung der Kenntniß derjenigen Stoffe, die zur Ausbildung dieser Theile oder Organe unentbehrlich sind, oder der zur Hervorbringung dieser Qualitäten erforderlichen Bedingungen.

Die Gesetze einer rationellen Cultur müssen uns in den

Stand setzen, einer jeden Pflanze dasjenige zu geben, was sie zur Erreichung ihrer Zwecke vorzugsweise bedarf.

Die Cultur beabsichtigt im Besonderen eine abnorme Entwicklung und Erzeugung von gewissen Pflanzentheilen oder Pflanzenstoffen, die zur Ernährung der Thiere und Menschen, oder für die Zwecke der Industrie verwendet werden.

Je nach diesen Zwecken ändern sich die Mittel, welche zu ihrer Ernährung dienen.

Die Mittel, welche die Cultur anwendet, um feines, weiches, biegsames Stroh für Florentiner-Hüte zu erzeugen, sind denen völlig entgegengesetzt, die man wählen muß, um ein Maximum von Samen durch die nämliche Pflanze hervorzubringen. Ein Maximum von Stickstoff in diesen Samen bedarf wieder der Erfüllung anderer Bedingungen, man hat wieder andere zu berücksichtigen, wenn man dem Halme die Stärke und Festigkeit geben will, der er bedarf, um das Gewicht der Aehre zu tragen.

Man verfährt in der Cultur der Gewächse auf eine ganz ähnliche Weise wie bei den Thieren, die man mästen will; das Fleisch der Hirsche, Rehe, überhaupt der wilden Thiere, ist gewöhnlich wie das Muskelfleisch der Araber vollkommen fettlos, sie enthalten nur geringe Menge davon. Die Production von Fett und Fleisch kann gesteigert werden, alle Hausthiere sind reich an Fett. Wir geben den Thieren Nahrungsmittel, welche die Thätigkeit gewisser Organe erhöhen, und einer Metamorphose in Fett fähig sind. Wir steigern die Quantität der Nahrungstoffe, oder wir vermindern durch Mangel an Bewegung den Respirationsproceß und die Exhalationsproceffe.

Eine Erhöhung oder Verminderung der Lebensthätigkeit ist bei den Vegetabilien allein abhängig von Wärme und

Sonnenlicht, über die wir nicht willkürlich verfügen können; es bleibt uns nur die Zuführung von Stoffen gestattet, welche geeignet sind, durch die vorhandene Thätigkeit von den Organen der Pflanzen assimilirt zu werden.

Welche sind nun zuletzt diese Stoffe?

Sie sind leicht durch eine Untersuchung eines Bodens zu ermitteln, welcher unter den gegebenen kosmischen und atmosphärischen Bedingungen unter allen Umständen fruchtbar ist; es ist klar, daß die Kenntniß seiner Beschaffenheit und Zusammensetzung uns in den Stand setzen muß, die Bedingungen zu ermitteln, unter welchen ein starker Boden fruchtbar wird.

Die Ausmittlung der Bedingungen, die in seiner Beschaffenheit liegen, gehört dem Agronomen an, die seiner Zusammensetzung hat der Chemiker zu lösen. Von der letztern kann allein nur die Rede sein.

Die Ackererde ist durch die Verwitterung von Felsarten entstanden, von den vorwaltenden Bestandtheilen dieser Felsart sind ihre Eigenschaften abhängig. Mit Sand, Kalk und Thon bezeichnen wir diese vorwaltenden Bestandtheile der Bodenarten.

Reiner Sand, reiner Kalkstein, in denen außer Kieselsäure oder kohlensaurem oder kiesel-saurem Kalk andere anorganische Bestandtheile fehlen, sind absolut unfruchtbar.

Von fruchtbarem Boden macht aber unter allen Umständen der Thon einen nie fehlenden Bestandtheil aus.

Wo stammt nun der Thon der Ackererde her? welches sind die Bestandtheile desselben, welche Antheil an der Vegetation nehmen?

Der Thon stammt von der Verwitterung thonerdehaltiger Mineralien, unter denen die verschiedenen Feldspathe der

(gewöhnliche) Kalifeldspath, der Natronfeldspath (Albit), der Kalkfeldspath (Labrador), Glimmer und Zeolithe die verbreitetsten unter denen sind, welche verwittern.

Diese Mineralien sind Gemengtheile des Granits, Gneuses, Glimmerschiefers, Porphyr, Thonschiefers, der Grauwacke, der vulkanischen Gebirgsarten, des Basalts, Klingsteins, der Lava.

Als die äußersten Glieder der Grauwacke haben wir reinen Quarz, Thonschiefer und Kalk, bei den Sandsteinen Quarz und Letten. In dem Uebergangskalk, in den Dolomiten haben wir Einmengungen von Thon, von Feldspath, Feldsteinporphyr, Thonschiefer; der Zechstein ist ausgezeichnet durch seinen Thongehalt. Der Jurakalk enthält 3—20, in der württembergischen Alp 45—50 p. c. Thon. Der Muschel- und Grobkalk ist mehr oder weniger reich an Thon.

Man beobachtet leicht, daß die thonerdehaltigen Fossilien die verbreitetsten an der Erdoberfläche sind; wie schon erwähnt, fehlt der Thon niemals im fruchtbaren, und nur dann im culturfähigen Lande, wenn gewisse Bestandtheile desselben durch andere Quellen ersetzt sich finden. In dem Thon muß an und für sich eine Ursache vorhanden sein, welche Einfluß auf das Leben der Pflanze ausübt, welche directen Antheil an ihrer Entwicklung nimmt.

Diese Ursache ist sein Gehalt an Alkalien, alkalischen Erden, an phosphorsauren und schwefelsauren Salzen.

Die Thonerde nimmt an der Vegetation nur indirect, durch ihre Fähigkeit, Wasser und Ammoniak anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil; nur in höchst seltenen Fällen findet sich Thonerde in den Pflanzenaschen, in sehr vielen findet sich aber Kieselerde, welche in den meisten Fäl-

len nur durch Vermittelung von Alkalien in die Pflanze gelangt *).

Um sich einen bestimmten Begriff von dem Gehalt des Thons an Alkalien zu machen, muß man sich erinnern, daß der Feldspath $17\frac{3}{4}$ p. c. Kali, der Albit 11,43 Natron, der Glimmer 3—5 p. c., die Zeolithe zusammen 13—16 p. c. an Alkalien enthalten **).

Aus den zuverlässigen Analysen von Ch. Gmelin, Löwe, Fricke, Meyer, Redtenbacher weiß man, daß die Klingsteine, Basalte zwischen $\frac{3}{4}$ bis 3 p. c. Kali und 5—7 p. c. Natron, der Thonschiefer 2,75—3,31 Kali, daß der Letten $1\frac{1}{2}$ —4 p. c. Kali enthält.

Berechnet man bei Zugrundelegung des specifischen Gewichtes, wie viel Kali eine Bodenschicht enthält, welche aus der Verwitterung eines Morgens (2500 □ Meter) einer 20 Zoll dicken Lage einer dieser Felsarten entstanden ist, so ergibt sich, daß diese Bodenschicht an Kali enthält:

aus Feldspath entstanden	1,152000 Pfd.
aus Klingstein	200000—400000 „
aus Basalt	47500— 75000 „
aus Thonschiefer	100000—200000 „
aus Letten	87000—300000 „

Die Alkalien (Kali oder Natron) fehlen in keinem Thon; in allen Thonarten, die man auf Alkalien untersucht hat, sind diese Bestandtheile gefunden worden: in dem Thon

*) Thonerdehydrat dem Humusertracte beigemischt, entzieht diesem augenblicklich alle färbende Materie und macht sie unauflöslich (Wiegmann und Polstorff, S. 54).

**) Alle Kalkfeldspathe enthalten nach neueren Untersuchungen Natron, alle Natronfeldspathe enthalten gleichzeitig Kali.

der Uebergangsgebirge des Flözgebirges, so wie in den jüngsten Bildungen der Umgebungen von Berlin kann man durch bloßes Eintrocknen mit Schwefelsäure, durch die Bildung von Alaun (nach Mitscherlich) den Kaligehalt nachweisen, und allen Alaun-Fabrikanten ist es wohl bekannt, daß alle ihre Laugen eine gewisse Quantität Alaun fertig gebildet enthalten, dessen Kali aus der thonreichen Asche der Braun- und Steinkohlen herrührt.

Ein Tausendtheil Letten, dem Quarz im bunten Sandstein oder dem Kalk in den verschiedenen Kalkformationen beigemischt, giebt einem Boden von nur 20 Zoll Tiefe so viel Kali, daß ein Fichtenwald auf diesem Boden ein ganzes Jahrhundert lang damit versehen werden kann.

Ein einziger Cubicfuß Feldspath kann eine Waldfläche mit Laubholz von 2500 □ Meter Fläche 5 Jahre lang mit Kali versehen.

Ein Boden, welcher ein Maximum von Fruchtbarkeit besitzt, enthält den Thon gemengt mit anderen verwitterten Gesteinen, mit Kalk und Sand in einem solchen Verhältniß, daß er der Luft und Feuchtigkeit bis zu einem gewissen Grade leichten Eingang gestattet.

Der Boden in der Nähe und Umgebung des Besuvs läßt sich als der Typus der fruchtbarsten Bodenarten betrachten; je nach dem Verhältniß, als der Thon oder Sand darin zu- oder abnimmt, verringert sich der Grad seiner Fruchtbarkeit.

Dieser aus verwitterter Lava entstandene Boden kann seinem Ursprung nach nicht die kleinste Spur einer vegetabilischen Materie enthalten; Jedermann weiß, daß, wenn die vulkanische Asche eine Zeitlang der Luft und dem Ein-

fluß der Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen ist, alle Vegetabilien darin in der größten Ueppigkeit und Fülle gedeihen.

Die Bedingungen dieser Fruchtbarkeit sind nun die darin enthaltenen Alkalien, alkalischen Basen und die Kiesel Erde, welche nach und nach durch die Verwitterung die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Bei allen Gesteinen und Gebirgsarten sind Jahrtausende erforderlich gewesen, um sie in den Zustand der Ackererde überzuführen; die Grenze der Verwitterung des Thons, d. h. die völlige Entziehung alles Alkali's, wird noch eben so viele Jahrtausende erfordern.

Wie wenig das Regenwetter aus dem Boden in Jahresfrist aufzulösen vermag, sehen wir an der Zusammensetzung des Flußwassers, des Wassers der Bäche und Quellen; es sind dies gewöhnlich weiche Wasser, und der nie fehlende Kochsalzgehalt auch der weichsten Wasser beweist, daß dasjenige an alkalischen Salzen, was durch Flüsse und Ströme dem Meere zufließt, durch Seewinde und Regen dem Lande wieder zurückgebracht wird.

Denken wir uns einen Boden, der aus den Bestandtheilen des Granits, der Grauwacke, des Zechsteins, Porphyr's etc. durch Verwitterung entstanden ist und auf dem seit Jahrtausenden die Vegetation nicht gewechselt hat; er wird ein Magazin von Alkalien in einem von den Wurzeln der Pflanze assimilirbaren Zustande enthalten.

Die schönen Versuche von Struve haben dargethan, daß ein kohlen säurehaltiges Wasser die Gebirgsarten, welche Alkalien enthalten, zerlegt, daß es einen Gehalt von kohlen saurem Alkali empfängt. Es ist klar, daß die Pflanzen selbst, insofern ihre Ueberreste durch Verwesung Kohlen säure erzeugen, insofern ihre Wurzeln im lebenden Zustande Säure

ren ausschwigen, nicht minder kräftig dem Zusammenhange der Gebirgsarten entgegenwirken.

Neben der Einwirkung der Luft, des Wassers und Temperaturwechsels sind die Pflanzen selbst die mächtigsten Ursachen der Verwitterung.

Luft, Wasser, Temperaturwechsel bewirken die Vorbereitung der Felsarten zu ihrer Aufschließung, d. h. zur Auflösung der darin enthaltenen Alkalien durch die Pflanzen.

Auf einem Boden, welcher Jahrhunderte lang allen Ursachen der Verwitterung ausgesetzt gewesen ist, von dem aber die aufgeschlossenen Alkalien nicht fortgeführt wurden, werden alle Vegetabilien, die zu ihrer Entwicklung beträchtliche Mengen Alkalien bedürfen, eine lange Reihe von Jahren hindurch hinreichende Nahrung finden, allein nach und nach muß er erschöpft werden, wenn das Alkali, was ihm entzogen wurde, nicht wieder ersetzt wird; es muß ein Punkt eintreten, wo er von Zeit zu Zeit der Verwitterung wieder ausgesetzt werden muß, um einer neuen Ernte Vorrath von auflösbaren Alkalien zu geben.

So wenig Alkali es auch im Ganzen betragen mag, was die Pflanzen bedürfen, sie kommen ohne dieses Alkali nicht zur Entwicklung; sie können es nicht entbehren.

Nach einem Zeitraume von einem oder mehreren Jahren, während welcher Zeit das Alkali dem Boden nicht entzogen wird, kann man wieder auf eine neue Ernte rechnen.

Die ersten Colonisten fanden in Virginien einen Boden von der obenerwähnten Beschaffenheit vor; ohne Dünger erntete man auf einem und demselben Felde ein ganzes Jahrhundert lang Weizen oder Tabak, und jetzt sieht man ganze Gegenden verlassen und in unfruchtbares Weideland verwandelt, was kein Getreide, keinen Tabak mehr ohne Dünger

hervorbringt. Einem Morgen von diesem Lande wurden aber in 100 Jahren in den Blättern, dem Korn und Stroh über 1200 Pf. an Alkalien und Salzen mit alkalischer Basis entzogen: er wurde unfruchtbar, weil der aufgeschlossene Boden gänzlich seines assimilirbaren Alkali's beraubt war und weil dasjenige, was im Zeitraum von einem Jahre durch den Einfluß der Witterung zur Aufschließung gelangte, nicht hinreichte, um die Bedürfnisse der Pflanze zu befriedigen.

In diesem Zustande befindet sich im Allgemeinen alles Culturland in Europa. Die Ursache ist die Zeit der Verwitterung.

Man giebt sich einer unbegreiflichen Täuschung hin, indem man dem Verschwinden des Humusgehaltes in diesem Boden zuschreibt, was eine bloße Folge der Entziehung von Alkalien und gewissen Bodenbestandtheilen ist.

Man verseye sich in die Umgebungen Neapels, welche bekannt sind als fruchtbares Getreideland; die Ortschaften und Dörfer liegen 6—8 Stunden von einander, von Wegen ist in diesen Gegenden keine Rede, noch viel weniger von Dünger; seit Jahrtausenden wird auf diesen Feldern Getreide gezogen, ohne daß dem Boden wiedergegeben wird, was man ihm jährlich nimmt. Wie kann man unter solchen Verhältnissen dem Humus eine Wirkung zuschreiben, die nach tausend Jahren noch bemerkbar ist, dem Humus, von dem man nicht einmal weiß, ob er je ein Bestandtheil dieses Bodens war.

Die Methode der Cultur, die man in diesen Gegenden anwendet, erklärt die Verhältnisse vollkommen; es ist in den Augen unserer Landwirthe die schlechteste von allen, für diese Gegenden hingegen die vortheilhafteste, die man wählen

kann. Man bebauet nämlich das Feld nur von drei zu drei Jahren, und läßt es in der Zwischenzeit Viehheerden zu einer spärlichen Weide dienen. Während der zweijährigen Brache hat das Feld keine andere Aenderung erlitten, als daß der Boden den Einflüssen der Witterung ausgesetzt gewesen ist, eine gewisse Menge der darin enthaltenen Alkalien ist wieder in den Zustand der Aufschließbarkeit übergegangen.

Man muß erwägen, daß die Thiere, welche auf diesen Feldern sich ernährt haben, dem Boden nichts gaben, was er nicht vorher besaß. Die Unkrautpflanzen, von denen sie lebten, stammten von diesem Boden, was sie ihm in den Excrementen zurückgaben, mußte jedenfalls weniger betragen, als was sie von ihm empfangen. Durch das Beweiden hat das Feld nichts gewonnen, es hat im Gegentheil von seinen Bestandtheilen verloren.

Als Princip des Feldbaues betrachtet man die Erfahrung, daß sich Weizen nicht mit Weizen verträgt; der Weizen gehört wie der Tabak zu den Pflanzen, welche den Boden erschöpfen.

Wenn aber der Humus dem Boden die Fähigkeit geben kann, Getreide zu erzeugen, woher kommt es denn, daß der humusreiche Boden in vielen Gegenden Brasiliens, daß auch in unserm Klima der Weizen in reiner Holzerde nicht gedeiht, daß der Halm keine Stärke erhält und sich frühzeitig umlegt? Es kommt daher, weil die Festigkeit des Halmes von kiesel-saurem Kali herrührt, weil das Korn phosphor-saurer Salze bedarf, die ihm der Humusboden nicht liefern kann, indem er keins von beiden enthält, man erhält Kraut, aber keine Frucht.

Woher kommt es denn, daß Weizen nicht auf Sandbo-

den gedeiht, daß der Kalkboden, wenn er nicht eine beträchtliche Menge Thon beigemischt enthält, unfruchtbar für diese Pflanze ist? Es kommt daher, weil es diesen Bodenarten für diese Gewächse an Alkalien und gewissen anderen Mineralbestandtheilen, welche die Pflanze bedarf, fehlt, ohne diese bleiben sie selbst dann in ihrer Entwicklung zurück, wenn ihnen alles andere im Ueberfluß dargeboten wird.

Ist es denn nur Zufall, daß wir auf Oeneuß, Glimmerschiefer, auf Granitboden in Baiern, daß wir auf Klingstein in der Rhön, auf Basalt im Vogelsberge, auf Thonschiefer am Rhein und in der Eifel die schönsten Laubholzwaldungen finden, die auf Sandstein und Kalk, worauf Eichen und Fichten noch gedeihen, nicht mehr vorkommen? Es kommt daher, weil die Blätter des Laubholzes, welche jährlich sich erneuern, zu ihrer Entwicklung 6- bis 10fache Menge Alkali erfordern. Sie finden auf kaliarmem Boden das Alkali nicht vor, ohne welches sie nicht zur Ausbildung gelangen*).

Wenn auf Sandstein und Kalkboden Laubholz vorkommt, wenn wir die Rothbuche, den Vogelbeerbaum, die wilde Süßkirsche auf Kalk üppig gedeihen sehen, so kann man mit Gewißheit darauf rechnen, daß in dem Boden eine Bedingung ihres Lebens, nämlich die Alkalien nicht fehlen.

Kann es auffallend sein, daß nach dem Abbrennen von Nadelholzwaldungen in Amerika, durch welche der Boden das in Jahrhunderten gesammelte Alkali empfängt, Laubholz gedeiht, daß *Spartium scoparium*, *Erysimum latifolium*,

*) 1000 Theile trockner Eichenblätter geben 55 Theile Asche, worin sich 24 Theile lösliche Alkalien befinden; dieselbe Quantität Fichtenblätter giebt nur 29 Theile Asche, welche 4,6 Theile lösliche Salze enthält (Saussure).

Blitum capitatum, *Senetio viscosus*, lauter Pflanzen, welche eine an Alkali höchst reiche Asche geben, auf Brandstätten in üppiger Fülle empor sprossen?

Alle Grasarten bedürfen des kiesel-sauren Kali's; es ist kiesel-saures Kali, was beim Wässern der Wiesen dem Boden zugeführt, was in dem Boden aufgeschloffen wird; in Gräben und in kleinen Bächen, an Stellen, wo durch den Wechsel des Wassers die aufgelöste Kiesel-erde sich unaufhörlich erneuert, auf kalireichem Letten- und Thonboden, in Sümpfen gedeihen die Equisetaceen, die Schilf- und Rohrarten, welche so große Mengen Kiesel-erde oder kiesel-saures Kali enthalten, in der größten Ueppigkeit.

Die Menge von kiesel-saurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich genommen wird, ist sehr beträchtlich. Man darf sich nur an die zusammengeschmolzene glasartige Masse erinnern, die man nach einem Gewitter zwischen Mannheim und Heidelberg auf einer Wiese fand, und für einen Meteorstein hielt; es war, wie die Untersuchung ergab, kiesel-saures Kali; der Blitz hatte in einen Heuhaufen eingeschlagen, an dessen Stelle man nichts weiter als die zusammengeschlossene Asche des Heues fand.

Die Alkalien und alkalischen Erden sind aber für die meisten Gewächse nicht die einzigen Bedingungen ihrer Existenz; sie reichen allein nicht hin, um das Leben der Pflanzen zu unterhalten.

In einer jeden bis jetzt untersuchten Pflanzenasche fand man Phosphorsäure, gebunden an Alkalien und alkalische Erden; der Weizen-, Roggen-, Maisamen, die Erbsen, Bohnen, Linsen geben nach dem Verbrennen eine Asche, welche keine Spur Kohlen-säure, sondern außer geringen Mengen

schwefelsaurer Salze und Chlormetallen nur phosphorsaure Salze enthält.

Die Phosphorsäure wird aus dem Boden von der Pflanze aufgenommen, alles culturfähige Land, selbst die Lüneburger Heide, enthält bestimmbare Mengen davon. In allen auf Phosphorsäure untersuchten Mineralgewässern hat man gewisse Quantitäten davon entdeckt; wo sie nicht gefunden worden ist, hat man sie nicht aufgesucht. Die der Oberfläche der Erde am nächsten liegenden Schichten von Schwefelbleilagern enthalten krystallisiertes phosphorsaures Bleioryd (Grünbleierz); der Kieselschiefer, welcher große Lager bildet, findet sich an vielen Orten bedeckt mit Krystallen von phosphoraurer Thonerde (Wawellit); alle Bruchflächen sind damit überzogen.

Der Apatit (phosphoraurer Kalk, von gleicher Zusammensetzung mit der Knochenerde) findet sich in jeder fruchtbaren Ackererde, in krystallinischer Gestalt deutlich erkennbar, auf Gängen (besonders Erzgängen), wie auch im Gebirgs- gestein eingewachsen.

Er findet sich auf diese Weise in plutonischen und vulkanischen, wie auch in den metamorphischen und neptunischen Gebirgsarten, immer nur als zufälliger Gemengtheil und gewöhnlich nicht in großer Menge. In den plutonischen und vulkanischen Gebirgsarten findet er sich in dem Granite, z. B. des Erzgebirges bei Johann Georgenstadt, Schneeberg u., der Geschiebe bei Berlin u., im Syenit z. B. von Meissen in kleinen, und in dem von Friedrichswärn im südl. Norwegen in größern Krystallen; im Hypersthenfeld z. B. von Eisdalen in Schweden, in dem Nephelinfels in feinen nadelförmigen Krystallen, aber oft in großer Menge zu Reiches im Bogelsgebirge, am Löbauer

Berge in Sachsen, Tuhlowitz in Böhmen *z.*; im Basalt und andern vulkanischen Gesteinen *z.* B. am Widenstein in Schlesien, Hamberge im Paderbornschen und am Cabo de Gata in Spanien, in den vulkanischen Bomben des Laacher See's *z.* *z.*

In den metamorphischen Gesteinen findet er sich besonders im Talk- und Chloritschiefer in großen gelben durchsichtigen Krystallen (Spargelstein), im Glimmerschiefer von Snarum im südlichen Norwegen; auf den Kalklagern von Pargas in Finnland und am Baikalsee auf dem Magneteisensteinlager von Arendal und andern Orten in Norwegen und Schweden.

In dem neptunischen Gebirge findet er sich besonders in der Kreide in rundlichen Stücken und Körnern *z.* B. beim Cap la Hève bei Havre, bei den Caps Blancnez und Grisnez bei Calais *z.*, ebenso im Flözkalkstein des Erzberges bei Amberg u. s. w. (Gustav Rose).

Das Wasser der Kaiserquelle zu Aachen enthält in einem Pfunde 0,142 gr. phosphorsaures Natron (Monheim), die Quirinusquelle enthält eine gleiche Menge, die Rosenquelle enthält 0,133 desselben Salzes. Die Sprudelquelle zu Karlsbad enthält 0,0016 gr. phosphorsauren Kalk (Berzelius). Die Ferdinandsquelle enthält 0,010 phosphorsaures Natron (Wolf). Die Salzquelle zu Pyrmont enthält 0,022 phosphorsaures Kali, 0,075 phosphorsauren Kalk, 0,1249 gr. phosphorsaure Thonerde (Krüger). Wenn man erwägt, daß das Seewasser phosphorsauren Kalk (Clemm), wiewohl in so kleiner Menge enthält, daß sie in einem Pfunde Wasser nicht bestimmbar ist, daß dessenungeachtet alle in dem Meere lebenden Thiere die phosphorsauren Salze, welche Bestandtheile ihrer Knochen und ihres Fleisches sind,

aus diesem Medium empfangen, so muß der Gehalt an phosphorsauren Salzen in den erwähnten Mineralquellen ungewöhnlich groß erscheinen. Es läßt sich berechnen, daß das Wasser der Sprudelquelle in Carlsbad auf seinem Wege durch die Gebirgsschichten viele tausend Pfunde phosphorsaurer Kalk daraus aufnimmt. •

Die Art und Weise, in welcher phosphorsaure Erdsalze und namentlich der phosphorsaurer Kalk, die Fähigkeit erlangt, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen zu werden, läßt sich durch sehr einfache Versuche darthun.

Der phosphorsaurer Kalk ist nämlich in reinem Wasser nicht löslich, allein er löst sich leicht in einem Wasser, welches Kochsalz oder ein Ammoniaksalz enthält. Im Wasser, welches schwefelsaures Ammoniak enthält, löst er sich so leicht auf wie Gyps.

Der phosphorsaurer Kalk wird ferner mit Leichtigkeit vom Wasser aufgenommen, welches Kohlensäure enthält, er verhält sich gegen dieses Lösungsmittel ähnlich wie der kohlensaure Kalk.

Aus dem Boden gelangt die Phosphorsäure in die Samen, Blätter und Wurzeln der Pflanzen, aus diesen in den Organismus der Thiere, indem sie zur Bildung der Knochen, der phosphorhaltigen Bestandtheile des Gehirns verwendet wird.

Man kann sich eine Vorstellung von dem Gehalt von phosphorsaurer Bittererde in dem Getreide machen, wenn man sich erinnert, daß die Steine in dem Blinddarm von Pferden, die sich von Heu und Hafer nähren, aus phosphorsaurer Bittererde und Ammoniak bestehen. Aus dem Mastdarm eines Müllerpferdes in Eberstadt wurden nach seinem Tode 29 Steine genommen, die zusammen über 3 Pfd. wogen, und Dr. Fr. Simon beschrieb vor Kurzem einen Stein

von einem Fuhrmannspferde, dessen Gewicht $47\frac{1}{2}$ Loth (über 700 Grammen) betrug.

Außer Kieselsäure, den Alkalien, alkalischen Erden, Schwefelsäure und Phosphorsäure, die unter keinerlei Umständen in den Culturpflanzen fehlen, nehmen die Begeztabilien aus dem Boden. noch fremde Stoffe, Salze auf, von denen man voraussetzen darf, daß sie die ebengenannten zum Theil wenigstens in ihren Wirkungen ersetzen; in dieser Form kann man bei manchen Pflanzen Kochsalz, Salpeter, Chlorkalium und andere als nothwendige Bestandtheile betrachten.

Der Thonschiefer enthält meistens Einmischungen von Kupferoryd, der Glimmerboden enthält Fluormetalle. Von diesen Bestandtheilen gehen geringe Mengen in den Organismus der Pflanze über, ohne daß sich behaupten läßt, sie seien ihr nothwendig.

In gewissen Fällen scheint das Fluorcalcium den phosphorfauren Kalk in den Knochen und Zähnen vertreten zu können, es läßt sich sonst wenigstens nicht erklären, woher es kommt, daß die nie fehlende Gegenwart derselben in den Knochen der antediluvianischen Thiere als Mittel dienen kann, um sie von Knochen aus späteren Perioden zu unterscheiden; die Schädelknochen von Menschen aus Pompeji sind eben so reich an Flußsäure, wie die der vorweltlichen Thiere. Werden sie gepulvert in einem verschließbaren Glasgefäß mit Schwefelsäure übergossen, so findet sich dieses auf der Innenseite nach 24 Stunden auf's heftigste corrodirt (J. L.), während die Knochen und Zähne der jetzt lebenden Thiere nur Spuren davon enthalten (Berzelius).

Es ist vollkommen gewiß, daß im Frühling und in der ersten Hälfte des Sommers, wo der Boden noch mit Was-

fer durchdrungen ist, eine größere Menge von alkalischen Basen und Salzen in den Organismus der Pflanze gelangt als im hohen Sommer, wo das Wasser als die Bedingung des Uebergangs dieser Basen fehlt.

In vielen Gegenden hängt die Getreide-Ernte für das ganze Jahr von einem einzigen Regen ab; wenn es der Pflanze in einer gewissen Periode an Wasser fehlt, so bleibt sie in ihrer Entwicklung zurück. Diese Zufuhr an Wasser ist nun im eigentlichen Sinne eine Zufuhr von Alkalien und gewissen Salzen, welche durch Vermittelung des Regenwassers die Fähigkeit erlangen, von der Pflanze aufgenommen zu werden. Im hohen Sommer ist ja die Luft an Wasserdampf weit reicher, als in den anderen Jahreszeiten; der zu ihrer Nahrung dienende Wasserstoff ist in der Luft in hinreichender Menge enthalten.

Wenn es an Feuchtigkeit im Boden fehlt, so beobachten wir eine Erscheinung, welche früher, wo die Bedeutung der mineralischen Nahrungstoffe für das Leben der Pflanze nicht erkannt war, völlig unerklärlich schien.

Wir sehen nämlich, daß die Blätter in der Nähe des Bodens, die sich zuerst und vollkommen entwickelt haben, ohne eine sichtbar auf sie einwirkende schädliche Ursache, ihre Lebensfähigkeit verlieren; sie schrumpfen zusammen, werden gelb und fallen ab. Diese Erscheinung zeigt sich in dieser Form nicht in feuchten Jahren, man beobachtet sie nicht an immergrünenden Gewächsen und nur in seltenen Fällen an Pflanzen, welche lange und tiefe Wurzeln treiben, sie zeigt sich nur im Herbst und Winter an perennirenden Gewächsen.

Die Ursache dieses Absterbens ist jetzt einem Jeden klar. Die völlig entwickelten vorhandenen Blätter nehmen unausgesetzt aus der Luft Kohlensäure und Ammoniak auf, welche

zu Bestandtheilen neuer Blätter, Knospen und Triebe übergehen, aber dieser Uebergang kann ohne die Mitwirkung der Alkalien und der übrigen Mineralbestandtheile nicht stattfinden. Ist der Boden feucht, so werden sie unausgesetzt zugeführt, die Pflanze behält ihre lebendige grüne Farbe. Ist aber im trocknen Wetter diese Zufuhr aus Mangel an Wasser abgeschnitten, so findet in der Pflanze selbst eine Theilung Statt. Die mineralischen Bestandtheile des Saftes der schon ausgebildeten Blätter werden denselben entzogen und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet, und mit der Entwicklung des Samens findet sich ihre Lebensfähigkeit völlig unterdrückt. Diese abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran sind.

Wir sehen auf der andern Seite, daß in einem mit zu reichlichem Dünger versehenen Boden durch einen Ueberfluß von löslichen Mineralbestandtheilen bei vielen, namentlich bei Küchen-Gewächsen, auf der Oberfläche der Blätter Salze abgesondert werden, welche das Blatt mit einer weißen filzigen Kruste bedecken. In Folge dieser Ausschwitzungen kränkeln die Pflanzen, die organische Thätigkeit der Blätter nimmt ab, das Wachsthum der Pflanze wird gestört und wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so stirbt die Pflanze ab. Diese Beobachtung macht man namentlich an blattrreichen Pflanzen von großer Oberfläche, welche große Mengen Wasser ausdunsten.

Bei Rüben, Kürbissen, Erbsen tritt diese Krankheit mehrtheils ein, wenn der Boden nach anhaltendem trocknen Wetter zu einer Zeit, wo die Pflanze ihrer Ausbildung nahe, wo sie aber noch nicht vollendet ist, durch heftige aber kurz-

dauernde Regengüsse durchnäßt wird, und wenn auf diese wieder trocknes Wetter erfolgt.

Durch die eintretende stärkere Verdunstung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser, eine weit größere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloresciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähulich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzausflösungen begossen hätte, von einem größern Salzgehalt als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit namentlich die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt oder ist sie in ihrer Entwicklung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die anderen schädlich einwirken, dazu bei, um ihre eigene Entwicklung zu befördern.

Der Keim, welcher aus der Erde, das Blatt, was aus der Knospe hervorbricht, der junge Halm, die grüne Sprosse, enthalten stets eine weit größere Menge von Salzen mit alkalischen Basen, sie geben eine an Alkalien weit reichere Asche, als der ausgebildete Pflanzentheil. Die Blätter, von welchen aus die Aufnahme und Zerlegung der Kohlensäure vor sich geht, sind unter allen Umständen weit reicher an Mineralsubstanzen, als die übrigen Pflanzentheile.

Die einfache Thatsache, daß die Entwicklung der Pflanze gehemmt ist, wenn es an Regen und damit an Zufuhr alkalischer Basen fehlt, beweist, daß diese Alkalien eine höchst wichtige Rolle in der Vegetation spielen. Wenn de Saussure fand, daß die Weizenpflanze vor der Blüthe $\frac{70}{1000}$, in der Blüthe $\frac{54}{1000}$ und mit reifem Samen nur die Hälfte an Aschenbestandtheilen lieferte, so läßt sich sicher hieraus nicht

schließen, daß die in der jungen, in der Entwicklung begriffenen Pflanze enthaltenen Bodenbestandtheile in den Boden zurückgekehrt sind. Bei gleichen Gewichten lieferte die junge Pflanze doppelt soviel Asche, als die völlig ausgebildete, was offenbar nur daher rührt, weil zu dem in der erstern schon vorhandenen Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, neue Quantitäten dieser organischen Bestandtheile hinzugekommen sind. Die Aschenbestandtheile sind in der Pflanze unverändert geblieben, nur ihr relatives Verhältniß zu den anderen hat sich geändert, der Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Stickstoffgehalt ist größer geworden.

Mit einer der Gewißheit nahen Wahrscheinlichkeit läßt sich annehmen, daß die Alkalien in dem Weinstocke, in der Kartoffel-, Rübenpflanze, die wir mit Weinsäure, Oxalsäure, Apfelsäure, Citronensäure verbunden im Saft finden, der Pflanze wegen und nicht zu dem Zweck da sind, um als neutrale oder saure Salze in den Apotheken oder in der Haushaltung verbraucht zu werden.

Diese organischen Säuren müssen für die Erzeugung gewisser Bestandtheile in der Pflanze nothwendig sein.

Wir sind zu dem Schlusse gekommen, daß der Kohlenstoff aller Theile der Pflanze von der Kohlenensäure stammt. Die Weinsäure, Oxalsäure, Citronensäure u. erhielten ihren Kohlenstoff also ebenfalls von der Kohlenensäure.

Ist es nun denkbar, kann man fragen, daß der Kohlenstoff der Kohlenensäure direct und unmittelbar mit Wasserstoff aus Wasser, sich zu Zucker, zu Amylon, zu Holzfaser, zu Harz, Wachs, Terpenthinöl vereinigt? Ist es nicht weit wahrscheinlicher, daß der Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlenensäure zu einem Bestandtheil der Pflanze allmählig geschieht, daß mit dem Hinzutreten der Bestandtheile des

Wassers sich aus der Kohlensäure, eine an Sauerstoff immer ärmere Verbindung bildet, daß ihr Kohlenstoff zuerst die Form von Drallsäure, Weinsäure oder irgend einer andern organischen Säure annimmt, ehe er in Zucker, Amylon, Holzfaser übergeht?

Nach dieser Vorstellung erklärt sich die Nothwendigkeit der alkalischen Basen zum Leben und Gedeihen der Pflanze auf eine einfache und ungezwungene Weise, denn sie würden zu dem bestimmten Zweck vorhanden sein, um den Uebergang der Kohlensäure in einem lebendigen Pflanzentheile zu vermitteln. Die kleinsten Theilchen des Zuckers, der organischen Säuren folgen von der Pflanze getrennt ihren eigenen Anziehungen; indem sie Krystalle bilden, folgen sie der in ihnen thätigen Cohäsionskraft, ihr Kohlenstoff ist fähig, zu einem Bestandtheile eines lebendigen Organs zu werden, allein Zucker und Weinsäure, obwohl durch die Mitwirkung vitaler Thätigkeiten erzeugt, besitzen für sich selbst keine vitalen Functionen.

Die Brache ist, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, die Periode der Cultur, wo man das Land einer fortschreitenden Verwitterung mittelst des Einflusses der Atmosphäre überläßt, in der Weise, daß eine gewisse Quantität Alkali und Kieselsäure wieder fähig gemacht wird, von einer Pflanze aufgenommen zu werden.

Es ist klar, daß die sorgfältige Bearbeitung des Brachlandes seine Verwitterung beschleunigt und vergrößert; für den Zweck der Cultur ist es völlig gleichgültig, ob man das Land mit Unkraut sich bedecken läßt, oder ob man eine Pflanze darauf baut, welche dem Boden das aufgeschlossene alkalische Silicat nicht entzieht.

Die Brahe.

Die Landwirthschaft ist eine Kunst und eine Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quellen ihrer Nahrung.

Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen.

Keine in der Ausübung dieser Kunst gemachte Erfahrung kann im Widerspruche stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese aus allen Beobachtungen zusammengenommen abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind.

Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, eben weil sie nichts anderes ist, als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in 7, ein anderes in 20, ein anderes erst in 100 Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Weizen, keine Bohnen, es trägt Rüben, aber keinen Tabak, ein drittes giebt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee.

Was ist der Grund, daß der Acker für eine und dieselbe Pflanze nach und nach seine Fruchtbarkeit verliert? Was ist der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlschlägt?

Diese Fragen stellt die Wissenschaft.

Welche Mittel sind nothwendig, um dem Acker seine Fruchtbarkeit für eine und dieselbe Pflanze zu erhalten? um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen?

Diese letzteren Fragen stellt sich die Kunst, sie sind aber nicht lösbar durch die Kunst.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges wissenschaftliches Princip geleitet zu sein, sich Versuchen hingiebt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er sonst nicht trägt, so ist die Aussicht auf Erfolg nur gering. Tausende von Landwirthen stellen ähnliche Versuche nach mannigfaltigen Richtungen an, deren Resultat zuletzt eine Anzahl von praktischen Erfahrungen umfaßt, welche zusammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der gesuchte Zweck für eine gewisse Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode schlägt für den nächsten Nachbar schon fehl, sie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu sein.

Welche Masse von Kapital und Kraft geht in diesen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel sicherer ist der Weg, den die Wissenschaft befolgt, er setzt uns, wenn wir ihn betreten, nicht der Gefahr des Mißlingens aus und gewährt uns alle Bürgschaften des Gewinns.

Ist die Ursache des Fehlschlagens, die Ursache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte

Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst.

Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, Grauwacke, Porphyr, Sandstein, Kalk u. eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß, so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise; denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade, wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung sie entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden, sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns, aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben.

Die Empyrie schreibt allen Erfolg der Kunst, den mechanischen Operationen des Feldbaues zu, sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Kapitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugshaar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen

Zauber Fruchtbarkeit ertheilt! Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht aufgestellt, wie viel weniger gelöst; gewiß ist, beim sorgfältigen Pflügen nur die weitgetriebene mechanische Zertheilung, der Wechsel und die Vergrößerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird; aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zweck.

Unter den Wirkungen der Zeit, im Besondern in der Landwirthschaft, in dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes, begreift man in der Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen, welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit, das Regenwasser, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten, oder ihre Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen; welche in Folge ihrer Auflösung sich von den nicht lösbaren trennen.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und den härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt; durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens für die Pflanzen assimilirbar und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues erreicht werden soll. Sie sollen die Verwitterung beschleunigen und damit einer neuen Generation von Pflanzen die ihnen nöthigen Bodenbestandtheile in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit des Aufschließens eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche, je mehr Punkte wir in der

gegebenen Zeit den einwirkenden Thätigkeiten darbieten, desto rascher wird die Verbindung vor sich gehen.

Um in der Analyse ein Mineral aufzuschließen, um seinen Bestandtheilen Löslichkeit zu geben, muß sich der Chemiker der ermüdendsten, langweiligsten und sehr schwierigen Operation der Verwandlung desselben in das feinste Pulver hingeben; durch Schlämmen scheidet er den feinsten Staub von den gröbereren Theilen ab, er setzt seine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufschließung ist nicht vollkommen, seine ganze Operation mißlingt, wenn er in den Vorbereitungen minder aufmerksam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf seine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die Actionen der Bestandtheile der Atmosphäre und des Wassers erfährt, läßt sich in den Goldbergwerken zu Jaquil in Chili, welche Darwin auf eine so interessante Weise beschreibt, in einem großen Maßstabe beobachten.

Das goldführende Gestein wird auf Mühlen in das feinste Pulver verwandelt und die leichteren Steintheile von den Metalltheilchen durch einen Schlämmproceß geschieden. Durch den Wasserstrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in der Ruhe sich wieder absetzt. Wenn der Teich sich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen sich selbst, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlassen. Nach der Natur des Waschprocesses, dem es unterworfen worden war, kann dieses feinzertheilte Gestein keinen löslichen Bestandtheil, keine Salztheile, mehr enthalten. Mit dem Wasser bedeckt, also beim Abschluß der Luft, auf dem

Boden des Teiches erlitt es keine Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgesetzt, stellt sich eine mächtige chemische Action in dem Haufen ein, die sich durch Auswitterung reichlicher Salz-Efflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen giebt.

Nach einer zwei- bis dreijährigen Aussetzung wird der Schlammproceß mit diesem hart gewordenen Schlamm wiederholt und so sechs bis siebenmal, wo man stets, wiewohl in abnehmendem Verhältnisse, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemischen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausscheidbar wurden.

Es ist dies die nämliche chemische Action, die in der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir schaffen einen Vorrath löslicher Mineralsubstanzen, welche der neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung, zum Gedeihen unentbehrlich sind.

Alle Cultur-Pflanzen bedürfen der Alkalien, der alkalischen Erden, eine jede in einem gewissen Verhältnisse von dem einen oder dem andern; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieselsäure im löslichen Zustande mangelt.

Die in der Natur vorkommenden Silicate unterscheiden sich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den ungleichen Widerstand, den ihre Bestandtheile der auflösenden Kraft der atmosphärischen Agentien entgegensetzen, sehr wesentlich von einander. Der Granit von Korsica, der Feldspath von Karlsbad zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergstraße seinen Glanz noch nicht verliert.

Es giebt Bodenarten die an leicht verwitterbaren Silicaten so reich sind, daß in einem oder von zwei zu zwei Jahren eine Quantität kiesel-saures Kali auflöslich und assimilirbar wird, die für eine ganze Ernte Weizen zur Bildung der Blätter und Halme hinreicht.

In Ungarn sind große Strecken Land nicht selten, wo seit Menschengedenken auf einem und demselben Felde Weizen und Tabak abwechselnd gebaut werden, ohne daß dieses Land jemals etwas von den Mineralbestandtheilen zurückempfängt, die mit dem Stroh und Korn hinweggenommen wurden. Es giebt Felder, in denen erst nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Weizen nöthige Quantität kiesel-saures Kali zur Aufschließung gelangt.

Brache heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo man den Boden dem Einfluß der Witterung überlassen, an gewissen löslichen Bestandtheilen sich bereichern läßt. Im engern Sinne bezieht sich das Brachliegen stets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen, für diese ist ein Magazin von löslicher Kiesel-erde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen Felde eine andere Pflanze, eine sogenannte Brachfrucht bauen, durch welche bei der Erndte kein Theilchen der aufgeschlossenen Kiesel-erde entführt wird, so muß es für die darauf folgende Weizen-pflanze seine Fruchtbarkeit behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die mechanische Bearbeitung des Feldes das einfachste und wohlfeilste Mittel ist, um die im Boden enthaltenen Nahrungsstoffe den Pflanzen zugänglich zu machen.

Giebt es nun, kann man fragen, außer den mechani-

sehen, nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuschließen und die Aufnahme seiner Bestandtheile in den Organismus der Pflanze vorzubereiten? Diese Mittel giebt es allerdings, und unter ihnen ist vorzüglich der gebrannte Kalk in England seit einem Jahrhundert in einem großen Maßstabe im Gebrauch; es würde sehr schwer sein, ein einfacheres und dem Zwecke entsprechenderes aufzufinden.

Um aber eine richtige Ansicht über die Wirkung des Kalks auf die Ackerkrume zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die Prozesse zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuschließen, seine Bestandtheile in den auflösbaren Zustand zu versetzen.

Der auf's feinste gepulverte Feldspath z. B., bedarf für sich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulösen; mischen wir ihn aber mit Kalk und setzen ihn einer mäßig starken Glühige aus, so geht der Kalk eine chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Feldspathes ein. Ein Theil des im Feldspath gebundenen Alkali's (Kali) wird in Freiheit gesetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt schon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, sondern auch die anderen Bestandtheile des Feldspathes in der Säure zu lösen. Von der Kieselerde wird soviel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchscheinenden Gallerte gesteht.

Ähnlich nun, wie der Kalk zum Feldspath beim Brennen, verhält sich der gelöschte Kalk zu den meisten alkalischen Thonerdesilicaten, wenn sie im feuchten Zustande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mi-

schungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeisenerde mit Wasser, die andere von Kalkmilch, werden beim Zusammenschütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man sie Monate lang in diesem Zustande sich selbst, so gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemischte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zusammenbringt; diese Eigenschaft ging ihm vor der Berührung mit Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit seinen Bestandtheilen eingeht, aufgeschlossen, und was noch merkwürdiger ist, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit gesetzt. Diese schönen Beobachtungen sind zuerst von Fuchs in München gemacht worden, sie haben nicht allein zu Aufschlüssen über die Natur und Eigenschaften der hydraulischen Kasse geführt, sondern, was für weit wichtiger gehalten werden muß, sie haben die Wirkungen des ägenden gelöschten Kalkes auf die Ackerkrume erklärt, und der Agricultur ein unschätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuschließen, und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu setzen.

Im October haben die Felder in Yorkshire und Lancashire das Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalk bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den steifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie sollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine sehr nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organischen Materien durch den Kalk zerstört, weil sie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben, allein es tritt ganz das Gegentheil

ein, die Fruchtbarkeit des Bodens findet sich durch den Kalk erhöht. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kiesel-sauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze assimilirbar gemacht werden. Ist nebenbei noch eine verwesende Materie vorhanden, welche der Pflanze Kohlensäure liefert, so wird die Entwicklung befördert, allein nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphor-sauren Salze, im Fall sie in ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt, denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin von Kohlensäure.

Einen nicht minder günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in torfreichen Gegenden das bloße Brennen desselben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels in seinen Eigenschaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, ist noch nicht alt, man hat sie zuerst in Mineralanalysen an manchen Thonsilicaten gemacht. Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu diesen gehört der Töpferthon, Pfeifenthon, der Lehm und die verschiedenen in der Ackerkrume vorhandenen Modificationen des Thons. Im natürlichen Zustande kann man sie z. B. mit concentrirter Schwefelsäure stundenlang kochen, ohne daß sich bemerklich davon auflöst; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Maunfabriken) aber schwach gebrannt, so löst er sich mit der größten Leichtigkeit in der Säure, die darin enthaltene Kieselerde wird als Kiesalgallerte im löslichen Zustande abgetrieben.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den steriksten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nügen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoff, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen, der freudigen Entwicklung der Wurzeln durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustande der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thon, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Glühige *).

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in vielen Gegenden, an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern, schon nach wenigen Tagen, Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies beobachtet man selbst an Mauern, welche wie die Thore der Festung Lille Jahrhunderte lang schon stehen. Es sind dies kohlen-saure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen.

*) Der Schreiber dieses sah in Hardwick-Court bei Gloucester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustande der höchsten Sterilität in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Es war, da die Operation bis zu einer Tiefe von drei Fußes vorgenommen wurde, ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

Auffallend ist der Einfluß des Kalkes auf diese Salzauswitterungen; sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonerdesilicats, des Löslichwerdens der kiesel-sauren Alkalien vereinigt finden. Der in kohlen-saurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten ausübt. Es giebt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle andere Bodenarten übertrifft.

Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Materialien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind, hierher gehören bekanntlich alle Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kiesel-erde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt. Viele hydraulischen Kalle (die sogenannten natürlichen Cementsteine) geben, wenn sie im gebrannten Zustande mit Wasser gemischt einige Stunden stehen gelassen werden, soviel kaustisches Alkali an das Wasser ab, daß es gradezu wie eine schwache Lauge zum Waschen benutzt werden kann.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vortreffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft, mit Säuren zu gelatiniren, oder mit Kalkbrei gemischt nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechanischen Operationen des Feldbaues, die Brache, die Anwendung des Kalkes und das Brennen des Thons, sie vereinigen sich, wie man sieht, zur Erläuterung eines und desselben wissenschaftlichen Principes, es sind dies Mittel, um die Verwitterung der alkalischen Thonerdesilicate zu beschleunigen, um die Pflanzen beim Beginn einer neuen Vegetation mit gewissen, ihnen unentbehrlichen Nahrungstoffen zu versehen.

Die voranstehende Auseinandersetzung bezieht sich, wie ausdrücklich hervorgehoben werden muß, auf Felder, welche die zur Entwicklung der Gewächse günstige physikalische Beschaffenheit besitzen, denn neben den anderen zur Ernährung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen hat diese den größten Einfluß auf die Fruchtbarkeit. Ein schwerer fester Thonboden setzt der Verbreitung und Vielfältigung der Wurzeln der schnellwachsenden Sommerpflanzen einen zu großen Widerstand entgegen; es ist klar, daß dieser den Wurzeln, so wie der Luft und Feuchtigkeit, zugänglicher wird durch die einfache Zumischung von mehr oder weniger feinem Quarz, daß er hierdurch mehr verbessert wird, als durch zu fleißiges Pflügen. Wenn wir einem lodern, der Feuchtigkeit und Luft zugänglichen Boden in der Form von Asche die Bestandtheile wiedergeben, die wir dem Felde in der Erndte genommen haben, so bleibt seine günstige physikalische Beschaffenheit, wie sie ursprünglich war. Auf einem schweren festen Thonboden können wir in ganz gleicher Weise die ursprüngliche chemische Zusammensetzung wiederherstellen, allein dieser nämliche Boden wird verbessert, wenn die entzogenen Bodenbestandtheile nicht in der Form von Asche, sondern in der Form von Thierexcrementen demselben wiedergegeben werden; durch die Verbesserung der physikali-

sehen Beschaffenheit wird in diesem Fall seine Fruchtbarkeit erhöht, ja diese Wirkung ist selbst bei ganz gleichem chemischen Gehalte für die verschiedenen Thierercremente höchst ungleich; die dichten, schweren (Schafsmist) unterscheiden sich darin wesentlich von den lockeren und porösen Thierercrementen (Kuhmist, Pferdemit).

In heißen Sommern, wo nur kurze leichte Regenschauer fallen, ist häufig der Ertrag der Felder von mittelmäßigem aber lockerm Boden größer, als der des sonst fruchtbarsten aber schweren Feldes. Während in dem lockern Felde der Regen sogleich aufgesaugt wird und zu den Wurzeln gelangt, verdunstet das Wasser auf dem schweren Boden früher, als wie es durchgelassen wird.

Ein Boden, der wie der Flugsand, so gut wie keinen Zusammenhang besitzt, ist für die Cultur der meisten Pflanzen ungeeignet. Es giebt zuletzt Bodenarten, welche dem chemischen Gehalt nach zu den fruchtbarsten gehören, die aber dennoch unfruchtbar für viele Gewächse sind, und hierher gehören namentlich solche, die aus Mischungen von Thon mit einer zu großen Menge sehr feinen Sandes bestehen. Ein solcher Boden verwandelt sich nach starken Regengüssen in einen breiartigen Schlamm, der zu einer festen harten, für die Luft undurchdringlichen Masse, ohne viel zu schwinden, eintrocknet.

Wenn man auf lockern Sand und Kalkboden, so wie auf das letzterwähnte Feld die Principien, worauf die Verbesserung der Felder in der Brache beruht, in ihrer ganzen Ausdehnung anwenden wollte, so würde man den beabsichtigten Zweck nicht erreichen. Ein an sich zu lockerer Boden, der das Wasser zu leicht durchläßt, oder der den Pflanzen eine Befestigung nicht gestattet, so wie ein fester Boden, dessen

Gemengtheile zu fein zertheilt sind, der also seiner physikalischen Beschaffenheit wegen minder fruchtbar ist, kann durch diejenigen mechanischen Operationen des Feldbaues, die eine noch weiter getriebene Zertheilung bewirken, nicht verbessert werden.

Von den zur Fruchtbarkeit eines Bodens nothwendigen physikalischen Bedingungen, welche der Chemiker nicht mit in Rechnung bringt, rührt es her, daß die chemische Analyse einer Ackererde nur einen sehr untergeordneten Werth hat, daß der Gehalt an mineralischen Nahrungstoffen keinen Schluß rückwärts auf die Güte des Bodens gestattet. Verbindet man die chemische mit der mechanischen Analyse*), für welche letztere Herr Rham in Windsor einen ebenso einfachen als zweckmäßigen Apparat beschrieben hat, so hat man eine Grundlage mehr zu einer richtigeren Beurtheilung.

*) Der Bestimmung nämlich der ungleichen Verhältnisse an Gemengtheilen, des groben und feinen Sandes, so wie des Thons und der vegetabilischen Stoffe.

Die Wechselwirthschaft.

Die genauesten Untersuchungen der thierischen Körper haben dargethan, daß das Blut, die Knochen, die Haare u. s. w., so wie alle Organe, eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen enthalten, mit deren Ausschluß in der Nahrung ihre Bildung nicht stattfindet.

Das Blut enthält Kali und Natron, in Verbindung mit Phosphorsäure, die Galle ist reich an Alkalien, die Substanz der Muskeln enthält eine gewisse Menge Schwefel, das Blutroth enthält Eisen, der Hauptbestandtheil der Knochen ist phosphorsaurer Kalk, die Nerven- und Gehirns-Substanz enthält Phosphorsäure und phosphorsaure Alkalien, der Magensaft enthält freie Salzsäure.

Wir wissen, daß die freie Salzsäure des Magensaftes, daß ein Theil des Natrons in der Galle vom Kochsalz stammt, daß wir der Verdauung, dem Leben, eine Grenze durch den bloßen Ausschluß von Kochsalz setzen.

Geben wir einer jungen Taube Weizenkörner (Choffet, Bericht an die Academie in Paris, Juni 1842) zur Nahrung, in denen der Hauptbestandtheil ihrer Knochen, der phosphorsaure Kalk fehlt, so sehen wir, wenn sie gehindert ist, den ihr nothwendigen Kalk sich anderwärts zu verschaffen, daß ihre Knochen immer dünner und zerbrechlicher werden, daß bei fortgesetzter Entziehung dieser Mineralsubstanz der Tod eintritt. Schließen wir den kohlensauren Kalk in der Nah-

rung der Vögel aus, so legen sie Eier, denen die harte schützende Schale fehlt.

Geben wir einer Kuh einen Ueberfluß von Knollen und Wurzeln, wie Kartoffeln und Runkelrüben, zur Nahrung, welche phosphorsaure Bittererde, aber nur Spuren von Kalk enthalten, so muß für sie der nämliche Fall wie für die junge Taube eintreten. Wenn wir jeden Tag der Kuh in der Milch eine gewisse Menge phosphorsauren Kalk hinwegnehmen, ohne ihr in der Nahrung einen Ersatz dafür zu gewähren, so muß dieser Kalk von ihren Knochen genommen werden, welche nach und nach ihre Stärke und Festigkeit verlieren und das Gewicht ihres Körpers zuletzt nicht mehr zu tragen vermögen.

Fügen wir der Nahrung der Taube Gerstenkörner oder Erbsen, oder der Nahrung der Kuh Gerstestroh oder Klee hinzu, welche reich sind an Kalksalzen, so erhält sich die Gesundheit des Thieres *).

Die Menschen und Thiere empfangen ihr Blut und die Bestandtheile ihrer Leiber von der Pflanzenwelt, und eine unergründliche Weisheit hat die Einrichtung getroffen, daß das Leben und Gedeihen der Pflanze auf's engste geknüpft ist an die Aufnahme der nämlichen Mineralsubstanzen, welche für die Entwicklung des thierischen Organismus unentbehr-

*) Die Arbeiter in den Bergwerken Südamerika's, deren tägliches Geschäft das schwerste vielleicht in der Welt) darin besteht, eine Last Erz, im Gewicht von 180—200 Pfd., aus einer Tiefe von 450 Fuß, auf ihren Schultern zu Tage zu fördern, leben nur von Brod und Bohnen, sie würden das Brod allein zur Nahrung vorziehen, allein ihre Herren, welche gefunden haben, daß sie mit Brod nicht so stark arbeiten können, behandeln sie wie Pferde und zwingen sie, die Bohnen zu essen (Darwin, Journal of researches p. 324); die Bohnen sind aber verhältnißmäßig an Knochenerde weit reicher als das Brod.

lich sind; ohne diese anorganischen Stoffe, die wir als Bestandtheile ihrer Asche kennen, kann die Bildung des Keims, des Blatts, der Blüthe und Frucht nicht gedacht werden.

Der Gehalt der Culturpflanzen an den zur Ernährung der Thiere dienenden Bestandtheilen ist außerordentlich ungleich.

Die Knollen und Wurzelgewächse stehen in ihrem chemischen Gehalte einander weit näher, als den Samen; die letzteren haben stets eine ähnliche Zusammensetzung.

Die Kartoffeln z. B. enthalten 75 bis 77 p. c. Wasser und 23 bis 25 p. c. feste Substanz. Wir sind im Stande, durch einen mechanischen Proceß die letztere zu zerlegen in 18 bis 19 Theile Amylon und in 3 bis 4 Theile trockner stärkemehlartiger Faser. Man sieht leicht, daß diese beiden zusammengenommen, beinahe so viel wiegen wie die trocknen Kartoffeln selbst. Die fehlenden zwei Procente bestehen aus Salzen und der schwefel- und stickstoffhaltigen Substanz, die wir als Albumin kennen.

Die Kunkelrüben enthalten 88 bis 90 p. c. Wasser. Fünfundzwanzig Theile trockner Rüben enthalten sehr nahe die nämlichen Elemente wie 25 Theile trockner Kartoffeln. Wir haben darin 18 bis 19 Theile Zucker und 3 bis 4 Theile Zellgewebe; die fehlenden zwei Procente bestehen zur Hälfte aus Salzen, der Rest ist Albumin.

Die weißen Rüben enthalten 90 bis 92 Theile Wasser. Drei bis fünfundzwanzig Theile trockner Rüben enthalten 18 bis 19 Th. Pectin mit sehr wenig Zucker, 3 bis 4 Th. Zellgewebe und 2 Th. an Salzen und Albumin. Zucker und Amylon enthalten keinen Stickstoff, sie sind in den Pflanzen frei vorhanden, nie mit Salzen oder alkalischen Basen verbunden, es sind dies Verbindungen, welche aus dem Kohlenstoff der Kohlensäure und den Bestandtheilen des Wassers

gebildet worden sind, deren Elemente in der Kartoffelpflanze die Form von Amylon, in der Kunkelrübe die Form von Zucker, in der weißen Rübe die Form von Pectin angenommen haben.

In den Samen der Getreidepflanzen haben wir als schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil Pflanzenfibrin, in den Erbsen, Bohnen, Linsen, Casein, in den Samen der Oelpflanzen, Albumin und eine dem Casein sehr ähnliche Materie.

Das Pflanzenfibrin der Getreidesamen ist begleitet von Amylon, der nämliche Körper ist ein Bestandtheil der Samensappen der Leguminosen; in den Oelsamen ist das Amylon vertreten durch einen andern stickstofffreien öl-, butter- oder wachsartigen Bestandtheil.

Es ist einleuchtend, daß wir je nach den Zwecken der Cultur, je nach den Bestandtheilen, die wir zu erzielen beabsichtigen, den Pflanzen die Bedingungen darbieten müssen, die zu ihrer Erzeugung nothwendig sind. Für den Zucker oder das Amylon bedürfen wir der Zufuhr anderer Stoffe, wie für die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile.

Wenn wir in einem heißen Sommer, wo in dem an Feuchtigkeit armen Boden die Zufuhr an löslichen Alkalien abgeschnitten ist, die Blätter der Linden und anderer Bäume sich mit einem dicken Liquidum bedecken sehen, welches eine große Menge Zucker enthält, so stammt zweifellos der Kohlenstoff dieses Zuckers von der aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure her. Die Erzeugung dieses Zuckers erfolgte in den Blättern, alle Bestandtheile der Blätter (und hierzu müssen die Alkalien und alkalischen Erden gerechnet werden) nahmen Antheil daran. In feuchten Jahreszeiten erfolgt diese Ausschwizung von Zucker nicht, und wir können uns denken, daß bei einer völlig freien

ungehinderten Saftcirculation der Kohlenstoff, welcher als Zucker von den Blättern herabfließt, in dem Baume selbst zu anderen Bildungen verwendet worden wäre. Im Winter kann aus einem festgefrorenen Boden von einer Zufuhr von Alkalien und alkalischen Erden nicht die Rede sein, wir haben dennoch keinen Grund daran zu zweifeln, daß während der Tageszeit die immergrünen Gewächse, die Blätter der Tannen und Fichten unausgesetzt Kohlenensäure absorbiren, welche durch die Einwirkung des Lichtes unaufhörlich zerlegt wird. In der Zeit der hergestellten Saftcirculation wäre der Kohlenstoff dieser Kohlenensäure vielleicht in Holz oder in einen andern Bestandtheil der Pflanze übergegangen, aus Mangel an Mitwirkung der hierzu nöthigen Bedingungen wird er als Harz, Balsam und flüchtiges Del secernirt. Die Erzeugung des Zuckers, die des Harzes und flüchtigen Oels erfolgt in den Linden- und Fichtenblättern, alle Bestandtheile dieser Blätter haben einen gewissen Antheil daran; die darin enthaltenen Alkalien, der Kalk u. s. w., dürfen nicht als zufällig oder unthätig an der Aeußerung dieser Lebensfunction angesehen werden.

Zum Uebergang des Kohlenstoffs der Kohlenensäure in Zucker gehören nicht nur gewisse äußere (Wärme, Luft) Bedingungen, sondern es müssen dazu noch andere mitwirken, die in der Pflanze selbst gegeben und vorhanden sein müssen.

Geben wir der Kartoffel, der Rübenpflanze, die nothwendigen Bestandtheile ihrer Blätter, der Organe nämlich, welche zur Auffaugung und Assimilation der Kohlenensäure bestimmt sind, so werden wir damit die Bedingungen der Amylon- und Zuckerbildung erfüllen.

Der Saft aller an Zucker, an Amylon reichen Vegetabilien, der meisten Holzpflanzen, ist reich an Kali, Natron

oder an alkalischen Erden. Diese Alkalien und alkalischen Erden können nicht als zufällige Bestandtheile angesehen werden, wir müssen voraussetzen, daß sie zu gewissen Zwecken in dem Organismus der Pflanze dienen, daß sie zur Bildung gewisser Verbindungen durchaus nothwendig sind. Es ist erwähnt worden, daß sie in den Pflanzen mit organischen Säuren verbunden sind, welche einzelne Pflanzengattungen insofern charakterisiren, als sie niemals darin fehlen. Die organischen Säuren selbst müssen in dem Organismus der Pflanze gewisse Lebensfunctionen vermitteln. Wenn man sich nun erinnert, daß die unreifen Früchte, die Weintrauben z. B., des großen Säuregehaltes wegen, nicht genießbar sind, daß diese Früchte im Sonnenlichte sich ganz so verhalten wie die Blätter, insofern sie nämlich das Vermögen besitzen, Kohlensäure aufzunehmen und Sauerstoff auszugeben (de Saussure), daß mit der Abnahme der Säure die Zunahme an Zucker erfolgt, so läßt sich kaum der Gedanke zurückweisen, daß der Kohlenstoff der organischen Säure in der unreifen Frucht zu einem Bestandtheil des Zuckers in der gereiften wird, daß also durch ein Austreten von Sauerstoff unter Hinzutreten der Bestandtheile des Wassers die Säure übergeht in Zucker.

Die Weinsäure in den Weintrauben, die Citronensäure in den Kirschen und Johannisbeeren, die Aepfelsäure in den Sommeräpfeln, welche auf den Bäumen reifen, wären hiernach in gewissen Pflanzen die Zwischenglieder des Ueberganges der Kohlensäure in Zucker, beim Mangel an der geeigneten Temperatur und der Einwirkung des Sonnenlichtes würden sie die hierzu nöthigen Veränderungen nicht erleiden.

Wir sehen nun in den Früchten des Vogelbeerbaums auf die Weinsäure, die Aepfelsäure, auf die sauerstoffreichere

Säure die an Sauerstoff ärmere folgen, wir sehen die Aepfelsäure in den Beeren nach und nach beinahe gänzlich verschwinden, und finden an ihrer Stelle Gummi und Schleim, die vorher darin fehlten, und eben so viel Gründe, wie wir für den Uebergang des Kohlenstoffs der Weinsäure zu einem Bestandtheile der auf sie folgenden Aepfelsäure haben, an dem wohl schwerlich Jemand zweifelt, genau so viel haben wir für den Uebergang dieser Säuren in Zucker. Die Meinung, daß eine Pflanze Kohlenäure assimiliere, daß diese Kohlenäure in ihrem Organismus die Form von Weinsäure, Traubensäure, Citronensäure lediglich deshalb annehmen soll, um als letzter Zweck wieder in Kohlenäure zurückverwandelt zu werden, diese Meinung kann vernünftiger Weise nicht gehegt werden.

Wenn diese Ansicht in Beziehung auf den Antheil, den die organischen Säuren in gewissen Culturpflanzen an der Bildung des Zuckers nehmen, sich bestätigt, so muß sie für die Bildung aller anderen ihm ähnlich zusammengesetzten stickstofffreien Materien gleiche Geltung haben, die Bildung des Amylons, des Pectins und Gummi's erfolgt also hienach nicht unmittelbar, nicht sprungweise aus dem Kohlenstoff der Kohlenäure und den Bestandtheilen des Wassers, sondern es findet ein allmäliger Uebergang Statt, in Folge der Erzeugung von Verbindungen, die immer ärmer an Sauerstoff und immer reicher an Wasserstoff werden. Die Bildung des Terpentinsöls kann ohne die Entstehung von analogen Zwischengliedern nicht gedacht werden.

Wenn aber die sauerstoffreichen organischen Verbindungen, die Säuren, die Entstehung der sauerstoffärmeren, des Zuckers, des Amylons u. s. w. vermitteln, so ist klar, daß in den Culturpflanzen, in denen die Säuren nur selten

frei, sondern meistens in der Form von Salzen vorhanden sind, die Alkalien und alkalischen Basen als die Bedingungen angesehen werden müssen zur Entstehung ihrer stickstofffreien Bestandtheile. Ohne die Gegenwart dieser Basen kann sich vielleicht eine organische Säure, allein ohne die Säure oder einen ihr ähnlich wirkenden Körper kann sich im Organismus dieser Pflanzen kein Zucker, kein Amylon, kein Gummi und Pectin bilden. In den Früchten und Samen, in welchen die organischen Säuren frei, d. h. nicht als Salze enthalten sind, wie die Citronensäure in den Citronen, die Drallsäure in den Ruchererbse, bildet sich kein Zucker. Nur in den Pflanzen entsteht Zucker, Gummi, Amylon, in denen die Säuren sich vereinigt finden mit Basen, in welchen sich lösliche Salze dieser Basen befinden.

Gleichgültig welchen Werth man dieser Ansicht über den Antheil, den die alkalischen Basen an dem Lebensproceß der Vegetabilien nehmen, beilegen will, die bestimmte Thatsache, daß in den sich entwickelnden jungen Trieben, Blättern und Knospen *), in den Theilen der Pflanzen also, in welchen

*) 1000 Theile Tannenholz geben 3,28 Theile Asche.

1000 » Tannennadeln » 62,25 » Asche.

Die Asche der Tannennadeln beträgt mithin über 20mal mehr als die des rindenfreien Holzes, sie enthält in 100 Theilen (Hertwig),

kohlen-saure Alkalien	10,72	} 12,70 in Wasser lösliche Salze.
Kochsalz		
schwefel-saures Kali	1,95	
kie-sel-saures Kali	3,90	
kohlen-sauren Kalk	63,32	} 86,30 im Wasser unlösliche Bestandtheile.
Bittererde	1,86	
phosphor-saure Bittererde	6,35	
Kalk		
basisch-phosphor-s. Eisenoxyd	0,88	
Thonerde	0,71	
Kiesel-erde	10,31	

das Assimilationsvermögen in größter Intensität wahrgenommen wird, daß in diesen der Gehalt an alkalischen Basen am stärksten ist, daß die an Zucker und an Amylon reichsten Gewächse nicht minder ausgezeichnet sind durch ihren Gehalt an alkalischen Basen und organischen Säuren, diese Erfahrung kann dieser Vorstellung wegen für die Landwirthschaft ihre Bedeutung nicht verlieren.

Wenn wir Zucker und Amylon begleitet finden von Salzen, die durch organische Säuren gebildet sind, wenn die Erfahrung vorliegt, daß mit dem Mangel an den alkalischen Basen die ganze Entwicklung der Pflanze, die Bildung des Zuckers, Amylons, der Holzfaser eingeschränkt, daß mit ihrer Zufuhr ihr üppiges Gedeihen befördert wird, so ist klar, daß wir in der Cultur, wenn ein Maximum an Ertrag erzielt werden soll, bei allem Ueberfluß an Kohlensäure und Humus den vorgefetzten Zweck nicht erreichen, wenn wir die Alkalien als eine der Bedingungen des Uebergangs der Kohlensäure in Zucker und Amylon, gleichgültig in welcher Weise sie hierbei mitwirken, nicht in reichlicher Menge und in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande den Pflanzen darbieten *).

*) Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Flechtensäure u. s. w. sind in dem Organismus der Pflanze erzeugt, ihr Kohlenstoff stammt von der Kohlensäure her.

Wir finden diese Säuren in den Gewächsen, verbunden mit Kali, mit Kalk, mit Bittererde zu Salzen, deren kleinste Theilchen sich selbst überlassen, ihren eigenen Anziehungen folgen, dies zeigt sich in ihrer Krystallisirbarkeit.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diesen Verbindungen der Charakter des organischen Lebens noch nicht zukommt, eben weil die beobachtbar in ihnen thätige Kraft nicht die Lebenskraft, sondern die Cohäsionskraft ist. Ganz dasselbe muß von dem Zucker angenommen werden, welcher ebenfalls krystallisirbar ist.

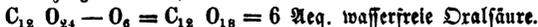
Wir müssen voraussetzen, daß die kleinsten Theilchen der Producte,

Ein jeder Theil und Bestandtheil des Körpers stammt von den Pflanzen ab. Durch den Organismus der Pflan-

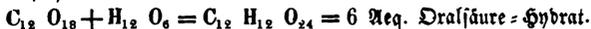
welche aus der Kohlensäure gebildet worden sind, der in der lebendigen Pflanze auf sie einwirkenden Thätigkeit sich eben so unterordnen, wie die kleinsten Theilchen der Kohlensäure selbst, daß also der Kohlenstoff der Dralsäure, Weinsäure u. s. w. die Fähigkeit besitzen muß, zu einem Bestandtheil eines mit Lebenskraft begabten Organs überzugehen.

In den organischen Säuren läßt sich dieser Uebergang mit Leichtigkeit verfolgen.

Denken wir uns, daß 12 Aeq. Kohlensäure, bei Gegenwart einer Basis und durch Einwirkung des Lichtes, in Folge der auf ihre Elemente einwirkenden Lebenskraft, den vierten Theil ihres Sauerstoffgehaltes verlieren, so haben wir Dralsäure. Diese Säure kann im wasserfreien Zustande gedacht, auf keine andere Weise aus Kohlensäure erzeugt worden sein.

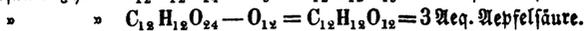
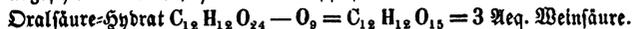


Die Dralsäure erstarrt nicht im wasserfreien Zustande. Als Dralsäure-Hydrat enthält sie 1 Aeq. Wasser, das Kalk-, Kalk- und Magnesiumsalz enthalten ebenfalls Wasser. Das Dralsäure-Hydrat besteht aus:

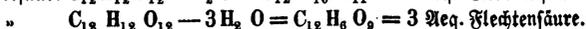


Man beobachtet leicht, daß Kohlensäure und Dralsäure-Hydrat eine gleiche Menge Sauerstoff enthalten. Wir können uns deshalb Dralsäure-Hydrat entstanden denken aus Kohlensäure, in deren Zusammensetzung eine gewisse Menge Wasserstoff aufgenommen worden ist.

Wenn durch die fortdauernde Einwirkung der nämlichen Thätigkeiten aus der Dralsäure neue Quantitäten Sauerstoff ausgeschieden werden, so haben wir Weinsäure oder Aepfelsäure. Durch Austreten von 9 Aeq. Sauerstoff entsteht Weinsäure, wenn 12 Aeq. Sauerstoff abgeschieden werden, haben wir Aepfelsäure.



Durch ein einfaches Austreten von Wasser aus den Elementen der Aepfelsäure entsteht Citronensäure, wir wissen, daß wir durch den Einfluß der Wärme aus Citronensäure — Aconitsäure, aus Aepfelsäure — Flechtensäure und Maleinsäure hervorzubringen vermögen.



Wir können nun die Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure betrachten

zen werden die Verbindungen gebildet, welche zur Blutbildung dienen, es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in

als Verbindungen von Drallsäure mit Zucker, mit Gummi, mit Holzfaser, oder den Elementen derselben:

Weinsäure Drallsäure trockner Traubenzucker.



in der Art also, daß durch Hinzutreten neuer Quantitäten Wasserstoff alle diese Säuren zur Bildung von Zucker, Amylon, Gummi dienen können; bei diesem Uebergang müssen, wie sich von selbst versteht, die Alkalien, die mit den Säuren verbunden waren, wieder frei werden; sie müssen die Fähigkeit erlangen, dieselbe Rolle auf's neue zu spielen. Es ist hiernach denkbar, daß ein Aequivalent Alkali dazu dienen kann, um 10, 20 bis 100 Aequivalente Kohlenstoff zu einem Bestandtheil der Pflanze übergehen zu machen, nur in der Zeit muß die Quantität der vorhandenen Basis einen Unterschied bewirken.

Wenn eine perennirende immergrüne Pflanze, durch Hülfe einer gegebenen Quantität Kali, eine gewisse Quantität Kohlenstoff in irgend einer Form während der Dauer des ganzen Jahres assimiliert, so muß, um dieselbe Quantität in dem vierten Theil der Zeit in die Pflanze übergehen zu machen, einem Sommergewächs viermal soviel Kali zugeführt werden

Savigny beobachtete zuerst, daß Drallsäure, Weinsäure, Citronensäure, Zucker, Holzfaser u. s. w. durch Berührung mit Alkali in einer höhern Temperatur wieder zurückgeführt werden in Kohlenensäure.

Diese Zerlegungsweise ist gerade der umgekehrte Proceß, der in den Pflanzen vor sich geht. In dem letztern treten zur Kohlenstoffverbindung, zur Kohlenensäure, die Elemente des Wassers, es entsteht Drallsäure, Weinsäure u. s. w. in Folge einer A b s c h e i d u n g von Sauerstoff.

In dem genannten chemischen Proceße treten zu den Elementen der Drallsäure, Weinsäure u. s. w. die Elemente des vorhandenen Wassers, sie werden in Kohlenensäure zurückgeführt in Folge einer A b s c h e i d u n g von Wasserstoff.

Ohne alle Gasentwicklung spaltet sich bei Gegenwart eines Alkali's die Weinsäure und Citronensäure schon bei einer Temperatur von 200 Graden in Drallsäure, während ihre anderen Elemente zu Essigsäure zusammentreten. Die wasserfreie Essigsäure enthält aber Kohlenstoff und die Bestandtheile des Wassers genau in dem nämlichen relativen Verhältniß wie die Holzfaser (Peligot), die unter ganz ähnlichen Bedingungen in der That auch Essigsäure liefert.

Diese Zerlegungsweise hat einen ausgezeichneten französischen Che-

den zur Ernährung dienenden Theilen der Pflanzen, nicht bloß ein oder zwei, sondern alle Bestandtheile des Blutes zugegen sein müssen.

Wir können uns nicht denken, daß in dem Körper eines Thieres Blut, in dem Körper einer Kuh Milch gebildet werden kann, wenn in ihrer Nahrung ein einziger von den Bestandtheilen fehlt, welche als gleich nothwendige Bedingungen zur Unterhaltung aller Lebensfunctionen angesehen werden müssen.

Die Schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffe sowohl, wie die Alkalien und phosphorsauren Salze sind Blutbestandtheile, der Uebergang der ersteren in Blut kann nicht gedacht werden, ohne die Gegenwart oder Mitwirkung der anderen.

Die Fähigkeit eines Pflanzentheils, das Leben eines Thieres zu erhalten, seine Blut- und Fleischmasse zu vermehren, steht hiernach in geradem Verhältniß zu seinem Gehalt an den organischen Blutbestandtheilen und der zu ihrem Uebergange in Blut nothwendigen Menge an Alkalien, phosphorsauren Salzen und Chlormetallen (Kochsalz oder Chlorkalium).

Es ist gewiß in hohem Grade merkwürdig und für die Agricultur bedeutungsvoll, daß die schwefel- und stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe, die wir als organische Blutbestandtheile bezeichnet haben, in allen Pflanzentheilen, wo sie vorkommen, stets begleitet sind von phosphorsauren Salzen.

Der Saft der Kartoffeln, der Kunkelrüben enthält das vegetabilische Albumin, begleitet von Salzen mit alkalischen

miter dahin geführt, fertig gebildete Oxalsäure in der Weinsäure anzunehmen, jedenfalls sind ihre Elemente darin neben denen eines zweiten Körpers zugegen, welcher wie Zucker, Gummi und Holzfaser als eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser betrachtet werden kann.

Basen und löslicher phosphorsaurer Bittererde, in den Samen der Erbsen, Linsen, Bohnen, dem Samen der Getreidearten haben wir phosphorsaure Alkalien und Erbsalze.

Die Samen und Früchte, welche am reichsten sind an den organischen Blutbestandtheilen, enthalten auch die anorganischen, die phosphorsauren Salze, in überwiegender Menge, und in den anderen, wie in Kartoffeln und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig so arm sind an den ersteren, sind auch die anderen in weit geringerer Menge zugegen.

Das gleichzeitige Vorkommen beider Klassen von Verbindungen ist so constant, daß ein inniger Zusammenhang nicht verkannt werden kann. Es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß die Entstehung und Bildung der organischen Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze auf's engste an die Gegenwart der phosphorsauren Salze geknüpft ist.

Wir müssen voraussetzen, daß auch mit der reichlichsten Zufuhr an Kohlensäure, Ammoniak und der schwefelsauren Salze, welche den Schwefel liefern, die organischen Blutbestandtheile sich in der zu ihrem Uebergange in Blut geeigneten Form nicht bilden werden, wenn es an Alkalien und phosphorsauren Salzen fehlt, die wir als constante Begleiter derselben finden.

Aber auch angenommen, sie seien in dem Organismus der Pflanze ohne Mitwirkung dieser Materien erzeugbar, so würden sie im Körper des Thieres weder in Blut, noch in Fleisch, überzugehen vermögen, wenn sie (die mineralischen Blutbestandtheile) in dem Pflanzentheile fehlen, der zur Nahrung gegeben wird.

Von allen theoretischen Betrachtungen abgesehen, muß

der rationelle Landwirth also in Beziehung auf den Zweck, den er zu erreichen strebt, genau so verfahren, wie wenn von der Gegenwart der unorganischen Blutbestandtheile (der phosphorsauren Salze und der Alkalien) die Production der organischen abhängig wäre; er muß seinen Pflanzen alle zur Bildung der Blätter, Stengel und Samen nothwendigen Bestandtheile geben, und wenn er auf seinen Feldern ein Maximum von Blut und Fleisch erzielen will, so muß er diejenigen Bestandtheile derselben in reichlicherer Menge zuführen, welche die Atmosphäre nicht liefern kann *).

*) Wenn man frisch aus der Ader fließendes Blut zur Trockne verdampft, verkohlt und zu Asche verbrannt, diese Asche sodann mit Wasser auslaugt, so erhält man eine alkalisch reagirende Flüssigkeit, welche kein kohlensaures Alkali enthält, die also mit Säuren nicht im mindersten aufbraust; diese Blutasche besteht aus wechselnden Mengen:

- von phosphorsauren Alkalien,
- » phosphorsaurem Kalk,
- » phosphorsaurem Bittererde,
- » basisch phosphorsaurem Eisenoxyd,
- » Kochsalz,
- » schwefelsauren Alkalien.

Die Asche der Samen enthält:

	des Rothweizens (Fresenius)	des weißen Weizens (Will)	Roggens (Fresenius)	Erbsen (Will)	Saubohnen (vicia faba). (Büchner)
phosphorsaures Kali	36,51	— 52,98	— 52,91	— 52,78	} 68,59
phosphorsaures Natron	32,13	— 0,00	— 9,27	— 5,67	
phosphorsauren Kalk	3,35	— 5,06	— 5,21	— 10,77	— 9,35
phosphors. Bittererde	19,61	— 32,96	— 26,91	— 13,78	— 19,11
phosphors. Eisenoxyd	3,04	— 0,67	— 1,88	— 2,46	
schwefelsaures Kali	} Spuren		2,98	— 9,09	— 1,84
Kochsalz				3,96	
Kieselsaures Kali			0,34	—	1,11
Kieselerde	0,15	— 0,30			
Kohle }	4,99	— 8,03	— 0,50		
Sand }					

In den obigen Analysen sind die phosphorsauren Alkalien in den Erbsen und Bohnen als dreibasische Salze, die der Samen der Alka-

Amylon, Zucker, Gummi enthalten Kohlenstoff, und die Elemente des Wassers, sie finden sich nie mit Alkalien vereinigt, sie enthalten keine phosphorsauren Salze. Wir können uns denken, daß in zwei Spielarten derselben Pflanze, bei Zufuhr einer gleichen Menge mineralischer Nahrungstoffe, sich sehr ungleiche Mengen von Amylon oder Zucker bilden, daß wir von zwei gleichen Flächen auf völlig gleiche Weise vorbereitetes Land, von zwei Spielarten Gerste, von der einen die Hälfte oder das doppelte Gewicht mehr Samen, als von der andern erndten, allein dieser Mehrertrag kann nur auf ihre stickstofffreien und nicht auf ihre schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile bezogen werden; für eine gleiche, dem Boden zugeführte und in die Pflanze übergegangene Menge der anorganischen Blutbestandtheile muß in den Samen eine ihnen entsprechende Menge der organischen gebildet werden, in der einen kann im Ganzen nicht mehr davon als in der andern vorhanden sein.

Nur wenn die eine Pflanze in der gegebenen Zeit weniger Stickstoff zugeführt erhält, wird sich eine Verschiedenheit herausstellen; beim Mangel an Ammoniak wird eine entsprechende Menge der anorganischen Blutbestandtheile keine Verwendung finden.

Von zwei verschiedenen Pflanzengattungen, die wir auf einem Felde von gleicher Beschaffenheit cultiviren, wird die-

lien als zweibassische enthalten und berechnet. Wie man leicht bemerkt, kann keine der Samen-Aschen mit Säuren aufbrausen, weil sie, wie die Blutasche, kein kohlen-saures Alkali enthält, die Salze des Blutes sind ganz die nämlichen, wie die der Samen. Bleibt die Asche des Blutes oder der Erbsen und Sanbohnen an der feuchten Luft liegen, so zieht sie Kohlen-säure an, das dreifach bassische phosphor-saure Salz mit alkalischer Basis giebt den dritten Theil seiner Basis an die Kohlen-säure ab und verwandelt sich in zweifach bassisches.

jenige dem Boden die größte Menge an organischer Blutbestandtheile (phosphorsaure Salze) entziehen, in deren Organismus die größte Menge an organischen Blutbestandtheilen (schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen) erzeugt wird.

Die eine Pflanze wird den Boden daran erschöpfen, während er unter gleichen Bedingungen bei dem Anbau der andern, die ihm eine kleinere Menge phosphorsaurer Salze entzog, für eine dritte Pflanzengattung noch fruchtbar bleibt.

Daher kommt es denn, daß mit der Ausbildung gewisser Pflanzentheile, welche, wie die Samen, alle anderen in ihrem Gehalte an organischen Blutbestandtheilen bei weitem übertreffen, der Boden weit mehr an phosphorsauren Salzen verliert und daran erschöpft wird, als durch die Cultur der krautartigen Pflanzen, oder von Knollen- und Wurzelgewächsen, die verhältnißmäßig sehr wenig davon enthalten.

Es ist ferner klar, daß zwei Pflanzen, die in gleichen Zeiten einerlei Mengen der nämlichen Bestandtheile bedürfen, wenn sie neben einander auf dem nämlichen Boden wachsen, sich in die Bestandtheile des Bodens theilen werden. Was die eine davon in ihren Organismus aufnimmt, kann von der andern nicht verwendet werden.

Enthält der Boden auf einem begrenzten Raume (Oberfläche und Tiefe) nicht mehr an diesen anorganischen Nahrungstoffen, als zehn Pflanzen zu ihrer vollkommenen Entwicklung bedürfen, so werden zwanzig Exemplare derselben Pflanzen, auf der nämlichen Oberfläche gebaut, nur ihre halbe Ausbildung erreichen; in der Anzahl ihrer Blätter, Stärke der Halme und Anzahl der Körner muß sich ein Unterschied ergeben.

Zwei Pflanzen derselben Art müssen sich gegenseitig schaden, wenn sie in einer gewissen Nähe wachsend, weniger von den ihnen nothwendigen Nahrungstoffen im Boden oder in

der Atmosphäre, die sie umgiebt, vorfinden, als sie zu ihrer vollendeten Ausbildung bedürfen. Keine Pflanze wirkt in dieser Weise nachtheiliger auf eine Weizenpflanze, als eine zweite Weizenpflanze, keine mehr auf eine Kartoffelpflanze, als eine Kartoffelpflanze. Wir finden in der That, daß die Culturpflanzen an dem Rande der Aecker an Stärke, an Anzahl und Reichhaltigkeit der Samen und Knollen, die in der Mitte wachsenden, bei weitem übertreffen.

Derselbe Fall muß sich aber in ganz gleicher Weise wiederholen, wenn wir die nämliche Pflanze anstatt neben einander, mehrere Jahre hinter einander auf demselben Boden cultiviren. Nehmen wir an, der Boden enthalte eine für 1000 Erndten Weizen genügende Menge von kiesel-sauren und phosphor-sauren Salzen, so wird er nach 1000 Jahren völlig unfruchtbar für diese Pflanzengattung sein. Denken wir uns die Oberfläche dieses Feldes bis zu der Tiefe hinweggenommen, in welcher die Pflanzen der früheren Erndten wurzelten, machen wir die Oberfläche zum Untergrund und den Untergrund zur Oberfläche, so haben wir eine neue Oberfläche, die, weit weniger erschöpft, uns wieder eine Reihe von Erndten verbürgt, allein auch dieser Zustand der Fruchtbarkeit hat eine Grenze.

Je weniger reich der Boden an diesen, den Pflanzen so unentbehrlichen mineralischen Nahrungsstoffen ist, desto früher wird der Zeitpunkt der Erschöpfung eintreten; es ist aber klar, daß wir ihn in den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückversetzen, wenn wir die frühere Zusammensetzung wieder herstellen, wenn wir ihm also die Bestandtheile wiedergeben, die wir in den Pflanzen geerntet und hinweggenommen hatten.

Zwei Pflanzen werden neben oder hinter einander culti-

virt werden können, wenn sie ungleiche Mengen der nämlichen Bestandtheile in ungleichen Zeiten bedürfen, sie werden sich nicht einander schaden, und außs üppigste neben einander gedeihen, wenn sie zu ihrer Entwicklung verschiedenartiger Bodenbestandtheile bedürfen.

Die Versuche von de Saussure und vielen anderen Naturforschern haben dargethan, daß die Samen von *Vicia Faba*, von *Phaseolus vulgaris*, von Erbsen und Gartentrefse (*Lepidium sativum*) in feuchtem Sande, in feuchterhaltenen Pferdehaaren keimen und bis zu einem gewissen Grade sich entwickeln; wenn aber die in den Samen enthaltenen Mineralsubstanzen zur weitem Ausbildung nicht mehr hinreichen, so fangen sie an zu schwachen, sie blühen zuweilen, setzen aber niemals Samen an.

Wiegmann und Polstorf ließen in einem weißen mit Königswasser ausgekocht, und von der Säure durch sorgfältiges Waschen befreiten Sande *) Pflanzen verschiedener Gattungen vegetiren; Gerste und Hafer, die in diesem Sande wuchsen, erreichten bei gehöriger Befeuchtung mit ammoniakfreiem Wasser eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Fuß, sie kamen zur Blüthe, setzten aber keinen Samen an und welkten nach der Blüthe ab. *Vicia sativa* erreichte eine Höhe von 10 Zoll, blühte, setzte Schoten an, allein sie enthielten keinen Samen.

Tabak, in diesen Sand gesäet, entwickelt sich ganz nor-

*) Dieser Sand enthielt in 1000 Theilen:

979,00	Kieselerde,
3,20	Kalk,
8,76	Thonerde,
3,15	Eisenoxyd,
4,84	Kalk,
0,09	Bittererde.

Siehe Preischrift Seite 28.

mal, allein vom Junius bis October erreichten die Pflänzchen nur die Höhe von 5 Zoll; sie erhielten nur vier Blätter, keinen Stengel.

Es ergab sich aus der Untersuchung der Asche dieser Pflanzen, so wie aus der Analyse der Samen, daß der an sich so unfruchtbare Sand, so wenig er auch an Kali und löslichen Bestandtheilen enthielt, nichts desto weniger eine gewisse Menge davon an sie abgegeben hatte, von denen die Entwicklung der Halme und Blätter abhängig war, allein diese Pflanzen konnten nicht zum Samentragen kommen, weil es offenbar an den zur Bildung der Samenbestandtheile nöthigen Stoffen gänzlich fehlte.

In der Asche der in diesem Sande gewachsenen Pflanzen ließ sich in den meisten die Gegenwart von Phosphorsäure nachweisen, allein sie entsprach nur der Menge derselben, welche dem Boden in dem Samen zugeführt worden war. In der Asche der Tabakspflanze, deren Samen bekanntlich so klein sind, daß ihr Phosphorsäure-Gehalt für die Aufführung verschwindet, ließ sich keine Spur davon entdecken.

Was die Theorie in Hinsicht auf die Ursache der Unfruchtbarkeit dieses Sandes mit Bestimmtheit vorher sagte, ist durch Wiegmann und Polstorf zur Evidenz dargethan worden. Sie nahmen den nämlichen Sand und bereiteten sich durch Zusatz von lauter künstlich in einem Laboratorium bereiteten Salzen einen künstlichen Boden damit (siehe Anhang), sie säeten in diesen Boden die nämlichen Pflanzen, und sahen sie darin außs üppigste gedeihen. Der Tabak bekam einen über drei Fuß hohen Stengel und viele Blätter, am 25. Junius fing er an zu blühen und setzte gegen den 10. August Samen an, von denen am 8. September reife Samentapseln mit vollkommenen Samen genommen wurden.

In einer ganz gleichen Weise entwickelte sich die Gerste, der Hafer, das Heidekorn, der Klee, sie alle wuchsen freudig, blühten und lieferten reifen und vollkommenen Samen.

Es ist vollkommen gewiß, daß das Gedeihen dieser Gewächse in dem vorher ganz unfruchtbaren Sande abhängig war von den zugesetzten Salzen; die für alle gleiche Fruchtbarkeit wurde diesem künstlichen Boden gegeben durch den Zusatz gewisser Substanzen, deren Gegenwart sich in der ausgebildeten Pflanze, in dem Stengel, den Blättern, den Samen nachweisen läßt, deren Vorhandensein im Boden und in den Gewächsen, ihre Nothwendigkeit für das Leben der Pflanze außer Zweifel setzt.

Wir sind also im Stande, den unfruchtbarsten Boden in den Zustand der größten Fruchtbarkeit für jede Pflanzengattung zu versetzen, wenn wir ihm die Bestandtheile geben, welche sie zu ihrer Entwicklung bedürfen. Es würde zwar weder die Arbeit noch die Kosten lohnen, einen völlig unfruchtbaren Sand nach diesen Principien fruchtbar zu machen, allein auf unsere gewöhnlichen Ackererden angewandt, die an sich schon viele dieser Bestandtheile enthalten, genügt es die fehlenden zu ersetzen, diejenigen zu vermehren, welche in zu kleiner Menge vorhanden sind, und dem Boden durch die Kunst des Ackerbaues die physikalische Beschaffenheit zu geben, welche ihn für Feuchtigkeit und Luft zugänglich machen, und den Pflanzen gestatten, sich diese Bodenbestandtheile anzueignen.

Die verschiedenen Pflanzengattungen bedürfen zu ihrem Wachsthum und ihrer vollkommenen Ausbildung entweder die nämlichen anorganischen Nahrungsstoffe, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten, oder sie bedürfen verschiedener Mineralsubstanzen. Auf der Verschiedenheit der zu ihrer

Entwicklung nöthigen Nahrungsstoffe, welche der Boden darbieten muß, beruht es, daß manche Pflanzengattungen neben einander wachsend sich gegenseitig in ihrer Entwicklung hemmen, daß andere hingegen üppig neben einander gedeihen.

Vergleichen wir in der That die Bestandtheile der Asche der nämlichen Pflanze, die auf verschiedenem Boden sich entwickelt hat, so finden wir nur sehr geringe Verschiedenheiten in ihrer Zusammensetzung. In dem Stroh der Gramineen haben wir als nie wechselnden Bestandtheil Kieselsäure und Kali, in ihrem Samen phosphorsaures Kali und phosphorsaure Bittererde. In dem Erbsenstroh, in dem Klee findet sich eine reichliche Menge Kalk. Wir wissen ferner, daß in gewissen Pflanzengattungen das Kali durch Natron, der Kalk vertreten werden kann durch Bittererde.

Aus den Untersuchungen Boussingault's (Ann. de ch. et de phys. 3. Serie T. I. p. 242.) geht ferner hervor, daß auf einer gleichen Fläche (4 Morgen) des nämlichen Feldes einmal gedüngt, in 5 hinter einander folgenden Erndten dem Boden entzogen werden:

Bodenbestandtheile

1.	Jahr von einer Erndte	Kartoffeln (Knollen ohne Kraut)	. . .	246,8 Pfd.
2.	„ „ „ „	Weizen (Stroh und Korn)		371,0 „
3.	„ „ „ „	Klee		620,0 „
4.	}	„ „ „ „	Weizen *)	488,0 „
		„ „ „ „	Brachrüben	108,8 „
5.	„ „ „ „	Hafer (Korn und Stroh)		215,0 „

*) In einer zweiten und dritten Fruchtfolge.

		Bodenbestandtheile
Durch eine Erndte Runkelrüben *)	(Wurzeln ohne Blätter) . .	399,6 Pfd.
„ „ „	Erbsen (Korn und Stroh) .	618,0 „
„ „ „	Roggen „ „ „ . .	284,6 „
Topinambour (Hel. tuberosus)	. . . . .	660,0 „

Aus diesen Zahlen, welche die Quantitäten von anorganischen Substanzen ausdrücken, die von verschiedenen Pflanzen dem nämlichen Boden entzogen werden, die wir also in der Erndte hinwegnehmen, ergiebt sich, daß verschiedene Pflanzen ungleiche Gewichte dieser Bodenbestandtheile in ihren Organismus aufnehmen.

Die nähere Betrachtung ihrer Aschenbestandtheile zeigt ferner, daß sie in Beziehung auf ihre Qualität wesentlich von einander abweichen.

Die Runkelrüben, Kartoffeln und weißen Rüben hinterlassen im trocknen Zustande verbrannt, von tausend Theilen 90 Theile Asche, welche leicht schmelzbar ist und eine große Menge kohlensaures Kali und Salze mit alkalischen Basen enthält. Von diesen 90 Theilen lösen sich 75 Theile in kaltem Wasser.

Zweitausend Theile trocknes Farrenkraut geben ebenfalls

*) In der oben angeführten fünfjährigen Fruchtfolge findet sich Weizen zweimal aufgeführt, in dem zweiten Jahr wurden durch eine Erndte Weizen dem Boden 371 Pfund, in dem vierten Jahr 158 Pfund anorganische Stoffe entzogen. Diese Differenz liegt in der ungleichen Menge von Stroh und Korn, die in diesen beiden Jahren geerntet wurden. In dem einen Jahr betrug das Gewicht des Strohes und Kornes zusammengenommen 8790 Pfund, in dem andern hingegen 10858. Das relative Verhältniß ihrer Asche ist ganz dasselbe wie diese Zahlen.

90 Theile Asche, aber von diesen 90 Theilen löst sich nichts oder nur eine Spur im Wasser (Berthier).

In einer ähnlichen Weise verhält sich die Asche von Weizenstroh, von Gersten-, von Erbsen-, Bohnenstroh, des Tabaks u. Von gleichen Gewichten ihrer Asche lösen sich sehr ungleiche Mengen ihrer Bestandtheile im Wasser. Es giebt Aschen, die ganz, es giebt andere, die nur zur Hälfte im Wasser löslich sind, es giebt wieder andere Pflanzenaschen, welche nur Spuren im Wasser löslicher Bestandtheile enthalten.

Wenn wir die im Wasser unlöslichen Theile der Aschen mit einer Säure übergießen, mit Salzsäure z. B., so finden wir, daß von vielen Pflanzen der Rückstand, den das Wasser läßt, vollkommen in Säuren löslich ist (Runkelrüben, Kartoffeln, weiße Rüben), daß von anderen dieser Rückstände die eine Hälfte von der Säure gelöst wird, während die andere widersteht, daß von wieder anderen nur ein Drittel oder noch weniger von der Säure aufgenommen wird.

Die in kaltem Wasser löslichen Bestandtheile der Pflanzenaschen bestehen ohne Ausnahme aus Salzen mit alkalischen Basen (Kali, Natron). Die in Säuren löslichen Bestandtheile sind Kalk und Bittererdesalze, der in Säuren unlösliche Rückstand ist Kieselerde.

Nach dem ungleichen Gehalt an diesen in ihrem Verhalten gegen Wasser und Säuren so verschiedenen Bestandtheilen, lassen sich die Culturpflanzen eintheilen in Kalipflanzen, welche mehr als die Hälfte ihres Gewichtes an löslichen alkalischen Salzen enthalten, in Kalkpflanzen, in denen die Kalksalze, und in Kieselpflanzen, in welchen die Kieselerde vorwaltet, eintheilen. Es sind dies ge-

rabe die Bestandtheile, die sie zu ihrer Entwicklung in reichlichster Menge bedürfen, und durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden.

Zu den Kalipflanzen gehören die Chenopodien, die Melken, der Wermuth u., unter den Culturpflanzen die Runkelrübe, die weiße Rübe, der Mais. Zu den Kalkpflanzen die Flechten (welche oralsauren Kalk enthalten), der Cactus (der krystallisirten weinsauren Kalk enthält), der Klee, die Bohnen, die Erbsen, und der Tabak.

Zu den Kieselpflanzen der Weizen, der Hafer, der Roggen, die Gerste *).

	Kalk und Natronsalze.	Kalk u. Bit-tererde.	Kiesel-erde.
Kiesel- pflanzen	{	Haferstroh mit Samen **)	34,00 — 4,00 — 62,00
		Weizenstroh ***) . . .	22,00 — 7,20 — 61,05
		Gerstenstroh mit Samen **)	19,00 — 25,70 — 55,03
		Roggenstroh †) . . .	18,65 — 16,52 — 63,89

*) Die Asche eines guten Wiesenheues (die aus einem Gemenge der Aschen von Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen besteht) gab in 100 Theilen (Saiblen):

Kieselerde	60,1
phosphorsaurer Kalk . . .	16,1
» » Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Magnesia	8,6
Gyps	1,2
schwefelsaures Kali . . .	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron . . .	2,0
Verlust	0,8

**) Wiegmann und Polstorff.

***) de Saussure.

†) Fresenius.

		Kalk und Natronsalze.	Kalk u. Bitt- terererde.	Kiesel- erde.
Kalk= pflanzen	Tabak, havanna *)	24,34	— 67,44	— 8,30
	„ deutscher *)	23,07	— 62,23	— 15,25
	„ im künstl. Boden **)	29,00	— 59,00	— 12,00
	Erbsenstroh *)	27,82	— 63,74	— 7,81
	Kartoffelkraut ***)	4,20	— 59,40	— 36,40
	Wiesenflee **)	39,20	— 56,00	— 4,90
Kalk= pflanzen	Maisstroh †)	71,00	— 6,50	— 18,00
	Weisse Rüben	81,60	— 18,40	—
	Runkelrüben ††)	88,00	— 12,00	—
	Kartoffelknollen ††)	85,81	— 14,19	—
	Helianthus tuberosus †††)	84,30	— 15,70	—

Diese Eintheilung bietet, wie sich von selbst versteht, keine scharfen Grenzen dar, es ließen sich eine große Anzahl Unterabtheilungen machen, für Pflanzen namentlich, in denen die Alkalien ersetzbar sind durch Kalk und Bittererde. So weit unsere Erfahrungen reichen, findet wohl in unseren Culturpflanzen ein Ersatz von Kali durch Natron Statt, aber ein Ersatz der Alkalien durch Kalk ist in diesen noch nicht beobachtet worden.

So gehört die Kartoffelpflanze in Hinsicht auf die Bestandtheile ihrer Blätter zu den Kalkpflanzen, in Beziehung auf die der Knollen (welche nur unbestimmte Spuren von Kalk enthalten) zu den Kalipflanzen.

*) Hertwig.

**) Wiegmann und Polstorf.

***) Berthier und Braconnot.

†) de Saussure.

††) Gruschauer.

†††) Braconnot.

Bei den Kieselpflanzen sind diese Unterschiede ganz besonders wahrnehmbar.

Man sieht leicht, daß, verglichen mit dem Hafer und dem Weizen, in Beziehung auf die in Salzsäure löslichen Bestandtheile, die Gerste zu den Kalkpflanzen gehört, während sie nach ihrem Kieselerdegehalt den Kieselpflanzen zugerechnet werden muß. So enthält die Runkelrübe phosphorsaure Bittererde und nur Spuren von Kalk, die weiße Rübe phosphorsauren Kalk und nur Spuren von Bittererde.

Aus der Menge der Asche und ihrer bekannten Zusammensetzung läßt sich mit Leichtigkeit berechnen, an welchen Bestandtheilen und in welchem Grade die einzelnen Pflanzengattungen, die Kieselpflanzen, Kalk- und Kalipflanzen den Boden erschöpfen.

Das folgende Beispiel wird dies anschaulich machen.

In einer Erndte werden dem Boden (4 Morgen Hess.) entzogen durch:

	Salze mit alkalischen Basen.	Kalk, Bittererde= Eisenoxydsalze.	Kieselerde.
Weizen	{ im Stroh 95,31 } Pfd. — 34,75 } Pfd.	{ im Korn 35,20 } 130,51 — 32,80 } 67,55 — 260,05	
Erbfen	{ im Stroh 154,40 } — 354,80 } 371,48 — 46,60	{ im Korn 44,02 } 198,42 — 16,68 }	
Roggen	{ im Stroh 40,73 } — 36,00 } 57,82 — 139,77	{ im Korn 42,05 } 82,78 — 21,82 }	
Runkelrüben ohne Blätter	361,00 —	37,84 —	„
Helianthus tuberosus .	556,00 —	104,00 —	„

An phosphorsauren Salzen wurden dieser Fläche durch diese Erndten entzogen *):

*) In diesen Zahlen hat man kein genaues aber ein annäherndes Verhältniß der Bodenbestandtheile, die in den verschiedenen Erndten hin-

Erbsen ^{*)} .	Weizen.	Roggen.	Lopinambour.	Rüben ^{**)} .
117	— 112,43	— 77,05	— 122	— 37,84.

Nach dem Vorhergegangenen empfangen die Pflanzen von dem Boden, auf dem sie zur vollkommenen Entwicklung, zur Blüthe und Fruchtbildung gelangen, gewisse Bestandtheile; in reinem Wasser, in reiner Kiesel-erde, oder in ei-

wegenommen werden. Die Analysen der Aschen sind sowohl benutzt worden, als sie bis dahin gemacht und bekannt waren. Die des Weizensamens und Stroh ist von de Saussure, die des Erbsenstrohes von Hertwig, die der Erbsen von Dr. Will, die der Asche des Roggenstrohes und Samens von Dr. Fresenius, der Kunkelrüben von Fruschauer, des Helianthus tub. von Bracconot. Genaue und zuverlässige Zahlen werden nur dann erhalten werden, wenn von einer gegebenen Oberfläche, der Aschengehalt der darauf gewonnenen Frucht bestimmt, und diese Asche selbst der Analyse unterworfen wird, also nicht wie in dem Obigen, wo die Analyse sich auf die Asche einer Pflanze bezieht, die in einer andern Gegend und auf einem andern Boden und unter andern Verhältnissen gewonnen wurde. So z. B. erhielt Boussingault vom Erbsenstroh (stark gebüngt) 11,2 p. c. Asche, de Saussure nur 8 p. c. (mit Samen) und Hertwig nur 5 p. c. Diese Zahlen ändern die absolute Menge, aber auf die relativen Verhältnisse haben sie wenig oder keinen Einfluß.

Die Aschen-Analysen von Sprengel konnten nicht benutzt werden, weil sie durchweg falsch sind, und nicht das geringste Vertrauen verdienen. So z. B. besteht die Asche der Samen von Weizen, von Erbsen, Saubohnen, Roggen u. aus phosphorsauren Salzen ohne alle Beimischung von kohlen-sauren, diese Aschen enthalten keine Kiesel-säure. Sprengel findet in den Erbsen 18 p. c., im Roggen 15 p. c. Kiesel-erde. Die Asche des Roggensamens enthält 48 p. c., die der Erbsen 34,23 p. c. wasserfreie Phosphorsäure, er giebt in den Erbsen 4 p. c., in dem Roggen 8 p. c. Phosphorsäure an. Bemerkenswerth ist, daß in der Erbsenasche alle Basen als dreibassisch phosphorsaure Salze, in der Asche des Roggens und Weizens als zweibassische enthalten sind.

*) Stark gebüngt.

***) Stark gebüngt.

nem Boden, in welchem diese Bestandtheile fehlen, sehen wir die Entwicklung der Pflanzen in eine sehr enge Grenze eingeschlossen; fehlt die Zufuhr von Alkalien, von Kalk und Bittererde, so wird nur eine der in dem Samen als Vorrath dieser Substanzen entsprechende Menge Halme, Blätter, Blüten gebildet werden. Fehlt es an phosphorsauren Salzen, so bildet sich der Samen nicht aus.

Je rascher sich die Pflanze entwickelt, je schneller ihre Blätter an Anzahl und Größe zunehmen, desto größer muß in einer gegebenen Zeit die Zufuhr an alkalischen Basen sein.

Es ist klar, wenn alle Pflanzen ohne Unterschied dem Boden gewisse Pflanzentheile entziehen, so kann keine ihn verbessern oder reicher und fruchtbarer für eine andere Pflanzengattung machen. Wenn wir in Gegenden, auf denen seit undenklichen Zeiten die Vegetation nicht gewechselt hat, den Wald in Culturland verwandeln, wenn wir die Asche der gefälltten Bäume und Sträucher auf dem Felde vertheilen, so haben wir dem im Boden vorhandenen, einen neuen Vorrath von alkalischen Basen, von phosphorsauren Salzen hinzugefügt, welcher für hundert und mehr Erndten gewisser Gewächse hinreicht.

Enthält dieser Boden leichtverwitterbare Silicate, so haben wir darin lösliches kiesel saures Kali oder Natron, welche der Halm der Kieselpflanzen zu seiner Ausbildung nöthig hat; mit den vorhandenen phosphorsauren Salzen haben wir auf einem solchen Boden alle Bedingungen, um eine Reihe von Jahren hindurch ununterbrochen Getreide darauf zu erzielen.

Fehlt es diesem Boden an diesen Silicaten, oder enthält er nur begrenzte Mengen davon, enthält er hingegen eine

reichliche Menge Kalk- und phosphorsaure Salze, so werden wir eine Anzahl von Jahren hindurch Tabak, Erbsen, Bohren u. und Wein davon erndten können.

Empfängt der Boden von allen diesen Stoffen, die er an die Pflanzen abgegeben hat, nichts zurück, so muß ein Zeitpunkt eintreten, wo er an eine neue Vegetation keinen dieser Bestandtheile mehr abgeben kann, wo er völlig erschöpft, völlig unfruchtbar selbst für Unkrautpflanzen werden muß.

Je nach dem ungleichen Gehalt an diesen verschiedenen Substanzen, wird dieser Zustand der Unfruchtbarkeit für die eine Pflanzengattung früher eintreten, als für eine andere. Ist der Boden reich an Silicaten, aber arm an phosphorsaurer Salzen, so wird (er durch den Anbau von Weizen früher erschöpft werden, als durch Hafer oder Gerste, eben weil wir in einer Weizenerndte mehr phosphorsaure Salze im Samen und im Stroh hinwegnehmen, als in drei oder vier Gerste- oder Hafererndten *). Fehlt es diesem Boden an Kalk, so wird die Gerste nur unvollkommen darauf gedeihen.

Es ist der Mangel an diesen zur Samenbildung unentbehrlichen Salzen, welcher verursacht, daß wir, bei allem Ueberfluß an kiesel-saurer Salzen, in dem einen Jahr das neunfache, in den darauf folgenden nur das dreifache oder doppelte Korn von Weizen auf demselben Boden erndten können.

Auf dem nämlichen an alkalischen Silicaten reichen Bo-

*) Das Gewicht der Asche einer Erndte Weizensamen verhält sich zu dem einer Erndte Hafer wie 34 : 42,6, die darin enthaltenen phosphorsaurer Salze wie 26 : 10; die phosphorsaurer Salze im Stroh ungerechnet.

den, welcher eine begrenzte Menge phosphorsaurer Salze enthält, wird der Zeitpunkt der Erschöpfung an diesen Salzen später eintreten, wenn wir den Weizen abwechseln lassen mit Pflanzen, die wir vor dem Samentragen erndten, oder was das Nämlche ist, durch die wir nur eine geringe Menge von phosphorsauren Salzen hinwegnehmen.

Cultiviren wir auf diesem Boden Erbsen oder Bohnen, so werden diese nach der Erndte Kiesel Erde im löslichen Zustande genug für eine darauf folgende Weizenerndte zurücklassen, allein diese Pflanzen werden ihn an phosphorsauren Salzen genau so stark erschöpfen, wie der Weizen selbst, weil die Samen beider zu ihrer Ausbildung einer nahe gleichen Menge davon bedürfen.

Durch den Wechsel mit Tabak, mit Kartoffeln oder Klee, mit Pflanzen also, deren Samen sehr klein sind, und verhältnißmäßig nur wenig phosphorsaurer Salze enthalten, deren Knollen und Blätter nur geringe Mengen davon zu ihrer Ausbildung bedürfen, werden wir in Stand gesetzt, die Erschöpfung des Bodens an phosphorsauren Salzen aufzuhalten, aber eine jede derselben hat ihn um eine gewisse Menge phosphorsaurer Salze ärmer gemacht; wir haben durch den Wechsel mit anderen Gewächsen den Zeitpunkt der Erschöpfung weiter hinausgeschoben, wir haben dem Gewichte nach, mehr Zucker, Amylon u. geerntet, aber an eigentlichen Nahrungstoffen, an Blutbestandtheilen nicht gewonnen. Ist der Boden arm an Kalksalzen, so werden unter sonst gleichen Bedingungen der Tabak, der Klee und die Erbsen nicht gedeihen, ohne daß das Wachsthum der Runkelrübe oder weißen Rübe, vorausgesetzt, daß es an Alkalien nicht fehlt, dadurch beeinträchtigt wird.

Wenn auf einem Boden, welcher schwer oder langsam

verwitternde Silicate enthält, in seinem natürlichen Zustande durch den Einfluß der Atmosphäre erst in drei oder vier Jahren so viel Kieselsäure zur Aufschließung gelangt, als für eine Weizenerndte hinreicht, so wird man, vorausgesetzt, daß es an den zur Samenbildung nöthigen phosphorsauren Salzen nicht fehlt, erst von drei zu drei Jahren Weizen auf diesem Felde bauen können. Wir können diesen Zwischenraum abkürzen, die Verwitterung beschleunigen und einen größeren Vorrath von löslichen kiesel-sauren Salzen schaffen, wenn wir durch die mechanische Bearbeitung die Oberfläche des Bodens vergrößern und ihn der Luft und Feuchtigkeit zugänglicher machen, oder wenn wir durch Anwendung von gebranntem Kalk die Zersetzung des Silicates befördern, es ist aber gewiß, daß durch alle diese Mittel, wenn sie auch eine Zeitlang uns reichere Erndten sichern, der Boden um so früher seine natürliche Fruchtbarkeit verlieren muß.

Ist das Verhältniß von dem in drei oder vier Jahren aufgeschlossenen Alkali und Kieselerde nur für eine einzige Erndte Weizen hinreichend, ist also nicht mehr Alkali in Freiheit gesetzt und verwendbar geworden, so können wir in der Zwischenzeit ohne Nachtheil für die Weizenerndte auf dem nämlichen Boden keine anderen Pflanzen cultiviren, denn dasjenige Alkali, was diese letztere nöthig hat, zu ihrer eigenen Entwicklung, kann zum Nutzen der Weizenpflanze nicht verwendet werden.

Aus dem bekannten Verhältniß von Alkali und Kieselerde, welche in der Verwitterung der Silicate bei ihrem Uebergange in Thon und bei der Aufschließung des Thons*)

*) Mit jedem Aequivalente Kali, was sich von den Bestandtheilen eines Aeq. Feldspaths trennt, wird 1 Aeq. Kieselerde in Freiheit gesetzt.

in Freiheit gesetzt worden, ergiebt sich, daß für eine gegebene Menge der löslich gewordenen Kieselserde, der Boden, eine weit größere Menge Alkali im löslichen Zustande empfängt, als dem Verhältniß entspricht, in welchem beide in dem Stroh der Getreidepflanzen enthalten sind.

In der Zeit der Brache, die wir in letztem Fall zwischen je zwei Weizenerndten legen müssen, können wir deshalb den Ueberschuß der Alkalien zur Cultur einer andern Pflanze verwenden, welche Salze mit alkalischer Basis, aber keine Kieselserde im löslichen Zustande bedarf. Wir können Kunkelrüben, ja Kartoffeln vor dem Weizen bauen, wenn das an Kieselserde reiche Kraut der letzteren, dem Felde nicht genommen wird.

In dem Vorhergehenden haben wir die Aenderungen in der Beschaffenheit und Zusammensetzung in Betrachtung gezogen, welche ein Feld erleidet, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hindurch, eine Reihenfolge von Culturgewächsen geerntet haben.

Wenn dieses Feld ein gehöriges Verhältniß von alkalischen Silicaten, Thon, Kalk und Bittererde enthält, so wird man darin einen verhältnißmäßig unerschöpflichen Vorrath von Alkalien, alkalischen Erden und Kieselserde haben, mit dem Unterschied jedoch, daß derselbe nicht überall zu gleichen Zeiten verwendbar für die Pflanze ist. Wir können durch mechanische Bearbeitung, so wie durch chemische Mittel (Kalk u. s. w.) die Zeit verkürzen, in welcher dieser Vorrath eine zu den Lebensfunctionen der Pflanze geeignete Form erhält, allein diese Stoffe reichen nicht hin, um der Pflanze eine vollendete Entwicklung zu gestatten.

In dem Weizenstroh, Haferstroh und Roggenstroh sind auf 10 Aeq. Kieselserde nur 1 Aeq., höchstens zwei, an Alkalien enthalten.

Wenn in demselben phosphorsaure und schwefelsaure Salze fehlen, so wird die Pflanze nicht zum Samentragen kommen, eben weil alle Samen ohne Unterschied Verbindungen enthalten, in denen Phosphorsäure so wie Schwefel nie fehlende Bestandtheile ausmachen.

Mit allem Ueberflus an diesen anderen Bestandtheilen wird der Boden völlig unfruchtbar werden, wenn der Zeitpunkt eintritt, wo er an eine neue Vegetation keine phosphor- und schwefelsaure Salze mehr abgeben kann.

Wir müssen annehmen, daß zur Bildung der Halme, des Krautes, zur Fixirung des Kohlenstoffs, zur Erzeugung von Zucker, Amylon und Holzfasern eine gewisse Quantität Alkali (bei den Kalipflanzen), oder ein Aequivalent Kalk (bei den Kalkpflanzen) nöthig ist, allein wir müssen uns denken, daß mit aller Zufuhr an Ammoniak und Kohlenäure sich nur eine, den phosphorsauren Salzen entsprechende Menge, der sogenannten Blutbestandtheile in dem Organismus der Pflanze bilden kann. Die Erzeugung der stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheile des Saftes steht mit ihrer Gegenwart in der engsten Beziehung.

Ein jeder Boden, auf welchem irgend eine Unkrautpflanze zur Entwicklung gelangt, ist zur Cultur geeignet, im Fall die Unkrautpflanze beim Verbrennen eine alkalische Asche hinterläßt. Die Alkalien dieser Asche stammen von Silicaten her, neben dem Alkali muß lösliche Kiesel-erde vorhanden sein.

Ein solcher Boden enthält vielleicht die für eine Kartoffel- oder Rübenerndte hinreichende Menge von phosphorsaurer Bittererde und phosphorsauerm Kalk, ohne deshalb reich genug daran für eine Weizenerndte zu sein.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich die große Wichtig-

keit, die man in der Kunst des Ackerbaues, den phosphorsaurer Salzen beizulegen hat. Diese Salze finden sich stets nur in geringer Menge in der Ackererde, und um so größere Aufmerksamkeit muß darauf verwendet werden, um jeder Erschöpfung daran vorzubeugen.

Jedermann weiß, daß in dem begrenzten, wiewohl ungeheuern Raum des Meeres, ganze Welten von Pflanzen und Thieren aufeinander folgen; daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe, nach dem Tode des Thieres, die ursprüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Thieren zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsproceß, der daran so reichen, im Wasser gelösten Luft (sie enthält 32 bis 33 Volum p. c., die atmosphärische nur 21 p. c. Sauerstoff) entziehen, er wird in dem Lebensproceß der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlenäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf stattfindet, der nicht in seiner Dauer, wohl aber in seinem Umfang begrenzt ist, durch die in dem begrenzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr von Nahrung, von Humus, durch die Wurzel, nicht die Rede sein kann. Welche Nahrung kann in der That die faustdicke Wurzel des Riesentangs aus einem nackten Felsstücke ziehen, an dessen Oberfläche man nicht die kleinste Veränderung

wahrnimmt, eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (C o o k), von welcher ein Exemplar mit seinen Blättern und Zweigen tausende von Seethieren ernährt! Diese Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befestigung, eines Haltpunktes, was den Wechsel des Ortes hindert, oder eines Gegenstandes, wodurch ihr geringeres specifisches Gewicht ausgeglichen wird, sie leben in einem Medium, was allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwasser enthält ja nicht allein Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch die phosphorsauren und kohlensauren Alkalien und Erdsalze, welche die Seepflanze zu ihrer Entwicklung bedarf, die wir als nie fehlende Bestandtheile in ihrer Asche finden.

Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermitteln.

Die Landpflanze lebt aber nicht wie die Seepflanze, in einem Medium, was alle ihre Elemente enthält, und jeden Theil ihrer Organe umgiebt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine, der Boden, die Bestandtheile enthält, die in dem andern, der Atmosphäre, fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nahmen, im Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als nothwendig und wesentlich betrachtete!

Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts.

Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme von Pflanzenstoff auf einer gegebenen Oberfläche wächst, mit der Zufuhr von gewissen Stoffen, welche ursprünglich Bestandtheile der nämlichen Bodenoberfläche waren, die von der Pflanze daraus aufgenommen wurden; die Excremente der Menschen und Thiere stammen ja von den Pflanzen, es sind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensproceß des Thieres oder nach seinem Tode die Form wieder erhalten, die sie als Bodenbestandtheile besaßen.

Wir wissen, daß die Atmosphäre keinen dieser Stoffe enthält, daß sie dieselben nicht ersetzt, wir wissen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach sich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieser Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir sie vermehren können.

Kann nun nach so vielen, so schlagenden Beweisen, über den Ursprung der Bestandtheile der Thiere und der Bestandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorsauren Salze, des Kalks, der kleinste Zweifel über die Principien herrschen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunst des Ackerbaus auf etwas anderem als auf der Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichtes?

Ist es denkbar, daß ein reiches fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte seines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, seine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Bestandtheile seiner Aecker, welche die Atmosphäre nicht ersetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt! Muß nicht für dieses Land der nämliche

Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginien's, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann!

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremder Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuern Oberfläche kehren aber nicht auf die Acker zurück. Einrichtungen, welche in der Sitte und Gewohnheit des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermessliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wiewohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in der Form von Urin und festen Excrementen den Flüssen zugeführt werden.

Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (phosphorsauren Kalkes) von dem Continente, den Ertrag derselben, wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte.

Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstabe fort dauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen soviel Phosphorsäure, wie ein ganzer Centner Getreide enthält.

Tausende von Centnern an phosphorsauren Salzen führt die Themse und die anderen Flüsse Großbritanniens jährlich dem Meere zu.

Tausende von Centnern der nämlichen Materien, welche aus dem Meere stammen, fließen jetzt in dem Guano jährlich in das Land wieder zurück.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den

Eigenschaften der Materie, gab in der alchemistischen Periode zu der Meinung Veranlassung, daß die Metalle, das Gold, sich aus einem Samen entwickelten. Man sah in den Krystallen und ihren Verästelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze, und alle Bestrebungen gingen dahin, um den Samen und die zu seiner Entwicklung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzensamen scheinbar etwas zu geben, sah man ihn ja zu einem Halm, zu einem Stamm sich entwickeln, welcher Blüten und wieder Samen trug. Hatte man den Metallsamen, so dürste man ähnliche Hoffnungen hegen.

Diese Vorstellungen konnte nur eine Zeit gebären, wo man von der Atmosphäre so gut wie Nichts wußte, wo man von dem Antheil, den die Erde, den die Luft an den Lebensprocessen in der Pflanze und dem Thiere nimmt, keine Ahnung hatte.

Die heutige Chemie stellt die Elemente des Wassers dar, sie setzt dieses Wasser mit allen seinen Eigenschaften aus diesen Elementen zusammen, aber sie kann diese Elemente nicht schaffen, sie kann sie nur aus dem Wasser gewinnen. Das neugebildete künstliche Wasser ist früher Wasser gewesen.

Viele unserer Landwirthe gleichen den alten Alchemisten, wie diese dem Stein der Weisen, so streben sie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die einheimisch gewordenen Pflanzen ist, hundertfältig tragen soll!

Die seit Jahrhunderten, seit Jahrtausenden gemachten Erfahrungen, sind nicht im Stande, sie vor immer neuen Täuschungen zu bewahren; die Kraft des Widerstandes gegen

solchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wissenschaftlicher Principien gewähren.

In der ersten Zeit der Philosophie der Natur war es das Wasser allein, aus dem sich das Organische entwickelte, dann war es das Wasser und gewisse Bestandtheile der Luft, und jetzt wissen wir mit der größten Bestimmtheit, daß noch andere Hauptbedingungen, welche die Erde liefert, zu diesen beiden sich gesellen müssen, wenn die Pflanze das Vermögen sich fortzupflanzen und zu vervielfältigen erlangen soll.

Die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungstoffe der Pflanzen ist begrenzt, allein sie muß vollkommen ausreichend sein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo sich die allgemeinsten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Licht und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begrenzt ist, daß da, wo der Boden zur Befestigung fehlt, die absterbende Pflanze, ihre Rinde und Zweige selbst zum Boden werden. Es ist klar, daß es den Pflanzen dieser Gegenden an atmosphärischem Nahrungstoff nicht fehlen kann, er fehlt auch unseren Culturpflanzen nicht.

Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmosphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwicklung nöthigen luftförmigen Nahrungstoffen zugeführt, die Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon wie die Luft in den kalten Zonen, und dennoch wie verschieden scheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieser verschiedenen Gegenden zu sein.

Alle Pflanzen der tropischen Gegenden, die Del- und Wachspalmen, das Zuckerrohr enthalten, verglichen mit unferen Culturgewächsen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbestandtheile; die Knollen der einem hohen Strauche gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land gesammelt, kaum hinreichen, um das Leben einer irländischen Familie einen Tag lang zu fristen (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenstände der Cultur sind, sind ja nur Mittel zur Erzeugung dieser Blutbestandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die zu ihrer Erzeugung der Boden liefern muß, kann sich vielleicht Holz, Zucker, Amylon, aber es werden sich die Blutbestandtheile in der Pflanze nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieser Fläche die Pflanze im freien, wilden, im normalen Zustande aus der Atmosphäre fixiren, oder aus dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zusetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verschiedenen Gewächsen in einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwicklung zu gestatten, ist sehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felsen, gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meistens nur perennirende Gewächse, sie bedürfen zu ihrem langsamen Wachsthum nur sehr geringer Mengen von Mineralsubstanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächse, wachsen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältniß-

mäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwicklung nothwendigen Mineralsubstanzen.

Um ein Maximum von Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen, und dieser Ueberschuß von Nahrung, welcher den Blättern fehlt, er muß den ihnen correspondirenden Organen, welche sich im Boden befinden, zugeführt werden.

Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure nicht hin, um zu einem Bestandtheil der Pflanze, um zu einem Nahrungstoff für das Thier zu werden, ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne Phosphorsäure und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencasein gebildet werden können, die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borke der Holzpflanzen in großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß sie unseren Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter. Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück, und verlieren verhältnismäßig zu anderen Gewächsen nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen,

die sie während ihres kaum stillestehenden Wachstums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Erndte Weizen bei gleichem Gewichte in drei Monaten vom Boden empfängt!

Es ergibt sich aus dem Vorhergehenden, daß die Vortheilhaftigkeit des Fruchtwechsels darauf beruht, daß die Culturgewächse ungleiche Mengen gewisser Nahrungsstoffe dem Boden entziehen.

In einem fruchtbaren Boden müssen die Pflanzen alle zu ihrer Entwicklung unentbehrlichen anorganischen Bestandtheile in hinreichender Menge und in einem Zustande vorfinden, welcher der Pflanze die Aufnahme gestattet.

Ein durch die Kunst vorbereitetes Feld enthält eine gewisse Summe dieser Bestandtheile, so wie verwesende Pflanzenstoffe und Ammoniaksalze. Wir lassen auf eine Kalipflanze (Rüben, Kartoffeln), eine Kieselpflanze, auf diese eine Kalkpflanze folgen.

Alle diese Pflanzen bedürfen der Alkalien und phosphorsauren Salze, die Kalipflanze der größten Menge an ersteren und der kleinsten Zufuhr an den anderen. Die Kieselpflanze bedarf neben löslicher Kieselsäure, welche die Kalipflanze zurükläßt, einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Salze, die darauf folgende Kalkpflanze (Erbsen, Klee) kann ihn so weit an diesem wichtigen Bodenbestandtheile erschöpfen, daß nur noch soviel übrig bleibt, um einer Erndte Hafer oder Roggen die Samenbildung zu gestatten.

Von der Quantität der vorhandenen kiesel-sauren und phosphorsaurer Alkalien oder Kalk- und Bittererdesalzen hängt die Anzahl der zu erzielenden Erndten ab.

Der vorhandene Vorrath kann für zwei Erndten einer Kali-, einer Kalkpflanze, für drei und mehr Erndten einer

Kieselpflanze, und alle zusammen genommen für fünf, für sieben Erndten hinreichen, allein nach dieser Zeit müssen alle Mineralsubstanzen, welche wir dem Boden in der Form von Frucht, Kraut und Stroh genommen haben, wieder erneuert, das Gleichgewicht muß wieder hergestellt werden, wenn das Feld wieder seine ursprüngliche Fruchtbarkeit erhalten soll.

Dies geschieht durch den Dünger.

Man kann annehmen, daß in den Wurzeln und Stoppeln der Getreidepflanzen, in den fallenden Blättern der Holzpflanzen der Boden soviel Kohlenstoff wieder empfängt, als er im Beginn der Vegetation in der Form von Kohlensäure, die durch Verwesung von Humus erzeugt wurde, von ihm empfing, das Kraut der Kartoffeln, die Wurzeln des Klee's bleiben ebenfalls im Boden zurück; während diese Ueberreste im Winter in Fäulniß und Verwesung übergehen, findet die junge Pflanze, das Samenkorn, eine neue Quelle der Kohlensäurebildung wieder vor. Durch diese Pflanzen wird der Boden an Humus nicht erschöpft.

Man kann zuletzt aus theoretischen Gründen schließen, daß der Boden von den Pflanzen, während ihres Lebens ebensoviel oder mehr noch an kohlenstoffreichen Materien empfängt, als er an sie abgibt, daß er durch einen an der Oberfläche der Wurzelfasern vor sich gehenden Excretionsproceß an Stoffen bereichert wird, die während des Winters in Fäulniß und Verwesung und damit wieder in Humus übergehen.

Das Vorhandensein eines Secretions- und Excretionsprocesses ist von einigen Physiologen behauptet, von anderen wieder geleugnet worden, so daß in diesem Augenblicke die Meinungen darüber getheilt sind. Niemand zweifelt indessen

daran, daß der an den Blättern und grünen Theilen der Gewächse sich ausscheidende Sauerstoff ein Excrement ist. In dem Acte der vitalen Thätigkeit der Pflanze wird der Kohlenstoff der Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers zu einem Bestandtheil ihrer Organe, während der nicht assimilirte Sauerstoff sich abscheidet.

Wir haben in den Blüthen flüchtige Oele, kohlen- und wasserstoffreiche Verbindungen, die ebenfalls zu weiteren vitalen Processen nicht mehr verwendbar sind, wir sehen aus der Rinde Harze, Balsame und Gummi ausfließen, aus Blättern und Blatthaaren Zucker und schleimige Materien ausschwißen.

An der Oberfläche der Rinden, der Wurzeln, und aller nicht grünen Pflanzentheile, wird kein Sauerstoff abgeschieden, an diesen beobachten wir im Gegentheil die Absonderung kohlenstoffreicher Substanzen, die in dem Lebensproceß der Pflanze erzeugt, keine Veränderung gefunden haben. Vergleichen wir z. B. die Rorkenrinde der Tannen*), Fichten, Buchen, Eichen mit dem Splint und Holze, so finden wir,

		Asche des Tannenholzes. (Hertwig)		Asche der Tannrinde. (Hertwig)	
		1000 Holz geben 3,28 Asche.		1000 Rinde geben 17,85 Asche.	
lösliche Salze	{	kohlen-saures Natron	7,42	lösliche Salze	2,95
		kohlen-saures Kali	11,30		
		Kochsalz	} Spuren.		
schwefel-saures Kali					
unlösliche Salze	{	kohlen-saurer Kalk	50,94	unlösliche Salze	97,05.
		Bittererde	5,60		
		phosphor-saurer Kalk	3,43		
		— Bittererde	2,90		
		— Manganorydul	Spuren.		
		— Eisenoryd	1,04		
		— Thonerde	1,75		
		Kieselerde	13,37		
Verlust	2,26	—	1,79		
		<hr/>		<hr/>	
		100,00		100,00	

daß sie in ihrem Verhalten und ihrer Zusammensetzung wesentlich von einander abweichen.

Während das eigentliche Holz nur $\frac{1}{4}$ bis 2 p. c. Asche hinterläßt, giebt die Eichen-, Tannen-, Weiden-, Buchenborke 6, 10 bis 15mal mehr. Die Asche des Holzes und der Rinde haben eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Die anorganischen Bestandtheile der Rinde sind offenbar Stoffe, die der lebendige Organismus ausgestoßen hat.

Ganz dasselbe muß für die organischen Bestandtheile der Rinden angenommen werden. Die Rinde der Korkeiche enthält beinahe die Hälfte ihres Gewichts an fetten oder fettähnlichen Materien, die wir, wiewohl in einem kleinern Verhältnisse, in den Tannen- und Fichtenrinden wiederfinden. Der feste, nicht in Alkohol oder Aether lösliche Bestandtheil dieser Rinden und Borke ist von der Holzsubstanz durchaus verschieden. Die Tannen- und Eichenborke lösen sich beinahe gänzlich in Kalilauge zu einer dunkelbraun gefärbten Flüssigkeit auf, aus welcher Säuren eine Materie niederschlagen, die mit der sogenannten Humusäure die größte Aehnlichkeit hat. Das Holz wird von Kalilauge nicht angegriffen.

Diese Rinden sind insofern wahre Excremente, als sie von der lebendigen Pflanze stammen, und an keiner ihrer Lebensfunctionen weitem Antheil mehr nehmen; sie können von der Pflanze hinweggenommen werden, ohne daß ihr Bestehen hierdurch gefährdet wird. Die meisten Platanen werfen bekanntlich jedes Jahr ihre Rinden ab, in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, sind also in dieser Holzpflanze, aus gewissen in ihrem Lebensproceß erzeugten Verbindungen, Materien entstanden, welche zu einer weitem Veränderung unfähig, abgesondert werden.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß diese Absonderung

an der ganzen Oberfläche stattfindet, wir beobachten sie nicht nur am Stamme, sondern auch an den kleinsten Zweigen, und wir müssen daraus schließen, daß dieser Excretionsproceß auch an den Wurzeln vor sich geht.

Wir sehen, daß das Regenwasser, worin ein Weidenzweig vegetirt, sich nach und nach dunkelbraun färbt, wir beobachten die nämliche Erscheinung an Zwiebelgewächsen (Hyacinthen), die wir in reinem Wasser wachsen lassen. Eine Ausscheidung von Excrementen kann demnach bei den Pflanzen nicht geleugnet werden, wiewohl es möglich ist, daß er nicht bei allen Pflanzen in gleichem Grade stattfindet.

Die Bereicherung des Bodens an organischen Stoffen, durch den Anbau perennirender Gewächse, wie Esparsette und Lucerne, die sich durch eine starke Wurzelverzweigung und eben so starken Blätterwuchs auszeichnen, wird von den meisten Agronomen als eine ausgemachte Thatsache angesehen, die in dem Obigen vielleicht ihre Erklärung findet.

Die Bildung von Ammoniak kann auf dem Culturlande nicht bewirkt werden, wohl aber eine künstliche Humuserzeugung, dies muß als eine Aufgabe für die Wechselwirthschaft und als eine zweite Ursache ihrer Vortheilhaftigkeit angesehen werden.

Durch Ansäen eines Feldes mit einer Brachfrucht, mit Klee, Roggen, Lupinen, Buchweizen u., und die Einverleibung der ihrer Blüthe nahen Pflanzen in den Boden, durch Umackern, schaffen wir in Folge des Verwesungsprocesses der neuen Einsaat und der sich entwickelnden jungen Pflanze ein Maximum von Nahrung, eine Atmosphäre von Kohlensäure; aller Stickstoff, den die erste Pflanze aus der Luft, alle Alkalien und phosphorsauren Salze, die sie von dem Boden empfing, sie dienen der darauf folgenden Pflanze zur freudigeren und üppigeren Entwicklung.

D e r D  u n g e r .

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkung der thierischen Excremente zu haben, ist es vor allem wichtig sich an den Ursprung derselben zu erinnern.

Jedermann weiß, daß ein Mensch oder Thier, dem man die Speise entzieht, abmagert, daß das Gewicht seines Körpers von Tag zu Tag abnimmt. Diese Abmagerung wird nach wenig Tagen schon dem Auge sichtbar und bei Personen, welche den Hungertod sterben, verschwindet das Fett, die Substanz der Muskeln, der Körper wird blutleer und es bleiben zuletzt nur Häute und Knochen übrig.

Bei einer hinreichenden Zufuhr von Nahrung ändert sich hingegen das Gewicht des Körpers nicht, von vierundzwanzig Stunden zu vierundzwanzig Stunden beobachtet man bei dem gesunden erwachsenen Menschen weder eine bemerkliche Zu- noch Abnahme an seinem Gewichte.

Diese Erscheinungen geben mit Bestimmtheit zu erkennen, daß in jedem Lebensmomente eines Thieres eine Veränderung in seinem Organismus vor sich geht, ein Theil der lebendigen Körpersubstanz tritt mehr oder weniger verändert aus dem Körper aus; das Gewicht des Körpers nimmt unaufhörlich ab, wenn die ausgetretenen oder veränderten Körperteile nicht wieder hergestellt und ersetzt werden.

Dieser Ersatz, die Wiederherstellung des ursprünglichen Gewichtes, geschieht durch die Speisen.

Jeden Tag verzehrt ein Mensch, ein Thier eine gewisse Anzahl von Unzen oder Pfunden Brot, Fleisch oder anderen

Nahrungsstoffen, in einem Jahre ein Gewicht davon, welches vielmal das Gewicht seines Körpers übertrifft; er verzehrt in der Speise eine gewisse Quantität Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, so wie eine sehr beträchtliche Menge von Mineralsubstanzen, die wir als die Aschenbestandtheile der Nahrung kennen gelernt haben.

Wo sind, kann man fragen, alle diese Bestandtheile der Speisen hingekommen, zu welchem Zwecke haben sie gedient? in welcher Form sind sie aus dem Körper getreten? Wir haben Kohlenstoff und Stickstoff zugeführt und das Gewicht des Körpers hat in seinem Kohlen- und Stickstoffgehalt nicht zugenommen, wir haben eine Menge Alkalien und phosphorsaure Salze in der Speise genossen und der Gehalt unsers Körpers an diesen Stoffen ist nicht größer geworden?

Diese Frage löst sich leicht, wenn man in Betracht zieht, daß die Speisen nicht die einzigen Bedingungen der Unterhaltung des Lebensprocesses in sich schließen, daß es noch eine andere giebt, welche das Thier wesentlich von der Pflanze unterscheidet.

Das Thierleben ist nämlich abhängig von einer unaufhörlichen Eindringung von Sauerstoff, welcher in der Luft enthalten ist. Kein Thier kann ohne Luft, ohne Sauerstoff bestehen. In dem Athmungsproceß wird in der Lunge eine gewisse Quantität Sauerstoff von dem Blute aufgenommen, die Luft, die wir einathmen, enthält diesen Sauerstoff, sie giebt ihn an die Bestandtheile des Blutes ab, mit jedem Athemzug nimmt das Blut eines erwachsenen Menschen ein bis zwei Kubikzoll Sauerstoff aus der Luft auf. In 24 Stunden nimmt ein Mensch 10 bis 14 Unzen Sauerstoff auf, in einem Jahre hunderte von Pfunden; wo kommt, kann man wieder fragen, dieser Sauerstoff hin? Wir neh-

men Pfunde von Speisen und Pfunde von Sauerstoff in uns auf und dennoch nimmt das Gewicht unsers Körpers entweder gar nicht oder in einem viel kleineren Verhältnisse zu, in manchen Individuen nimmt es fortwährend ab (im Greisenalter).

Diese Erscheinung ist, wie man leicht bemerkt, nur insofern erklärbar, als der Sauerstoff und die Bestandtheile der Speisen in dem Organismus eine gewisse Wirkung auf einander ausüben, in deren Folge beide wieder verschwinden. Dies ist nun in der That der Fall, kein Theilchen des als Gas aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form von Kohlensäure oder Wasser wieder aus; der Kohlenstoff und Wasserstoff, die sich mit dem Sauerstoff verbinden, werden von dem Organismus geliefert, und da diese Elemente des Körpers von den Speisen stammen, so kann man sagen, daß in letzter Form alle Elemente der Nahrung, welche die Fähigkeit besitzen, sich mit Sauerstoff zu verbinden, in dem lebendigen Thierkörper in Sauerstoffverbindungen übergehen, was, in der gewöhnlichen Sprechweise ausgedrückt, ganz gleichbedeutend ist einer Verbrennung.

Denken wir uns Brot, Fleisch, Kartoffeln, Heu, Hafer in einem Ofen verbrannt, so verwandelt sich bei gehörigem Luftzug und somit bei vollkommenem Sauerstoffzutritt, der Kohlenstoff dieser Substanzen in Kohlensäure, der Wasserstoff in Wasser, der Stickstoff wird als Ammoniak in Freiheit gesetzt, der Schwefel geht in Schwefelsäure über, es bleiben zuletzt die mineralischen Bestandtheile dieser Materialien als Asche zurück. Als flüchtige Producte erhalten wir Kohlensäure, kohlenstoffsaures Ammoniak und Wasser, und neben diesen bei einer unvollkommenen Verbrennung Rauch oder

Ruß, und in dem unverbrennlichen Rückstand haben wir die in der Nahrung enthaltenen Salze in unverändertem Verhältniß.

Wenn wir diese Asche mit Wasser übergießen, so lösen sich die Alkalien, so wie die löslichen phosphorsauren Salze, Kochsalz und schwefelsauren Salze auf, der nicht im Wasser lösliche Rückstand enthält Kalk und Bittererdesalze, so wie Kieselerde, wenn der verbrannte Stoff Kieselerde enthielt.

Ganz dasselbe geht nun im Körper der Thiere vor sich. Durch Haut und Lunge athmen wir in letzter Form den Kohlenstoff und Wasserstoff der Speisen in der Form von Wasser und Kohlensäure aus, aller Stickstoff der Speise sammelt sich in der Harnblase an in der Form von Harnstoff, der durch das einfache Hinzutreten der Elemente des Wassers in kohlensaures Ammoniak übergeht. Genau so viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, als wir in der Speise genossen haben, ist nach Wiederherstellung des ursprünglichen Körpergewichtes auch wieder ausgetreten. Nur in dem jugendlichen Körper und in dem Mästungsproceß ist die Zunahme größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper; im Greisenalter ist sie aber wieder kleiner, es tritt mehr aus als ein.

Den in der Nahrung enthaltenen Stickstoff bekommen wir also täglich in dem Harn in der Form von Harnstoff und Ammoniakverbindungen wieder; die Faeces enthalten unverbrannte Stoffe, welche wie Holzfaser, Blattgrün, Wachs in dem Organismus keine Veränderung erlitten haben, ihr Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoffgehalt ist, verglichen mit dem der Nahrung, sehr klein, was von den Secretionen des Körpers diesen unverdaubaren Materien beige-

mischt ist, läßt sich mit dem Ruß und dem Rauch der in einem Ofen unvollkommen verbrannten Speise vergleichen.

Die Untersuchung des Harns, so wie die der Faeces hat ergeben, daß sich die Mineralbestandtheile der Speisen, die Alkalien, Salze und die Kieselerde in beiden wieder vorfinden.

Der Harn enthält alle löslichen, die Faeces alle im Wasser nicht löslichen Mineralbestandtheile der genossenen Speise, in der Art also, daß wenn wir uns denken, wie es denn auch in der That der Fall ist, die Speisen seien in dem Körper ähnlich wie in einem Ofen zu Asche verbrannt worden, so enthält der Harn die löslichen und die Faeces die unlöslichen Salze dieser Asche *).

*)	Pferdeharn (Bauquelin)		Pferdekoth (Zachson)
kohlenaurer Kalk	11	phosphorsaurer Kalk	5,0
kohlenfaures Natron	9	kohlenaurer Kalk	18,75
hippurfaures Natron	24	phosphorsaure Bittererde	36,25
Chlorkallium	9	Kieselerde	40
Harnstoff	7		100,00
Wasser	940		
	<u>1000</u>		

Kuhharn enthält (Brande)		Kuhkoth (Gaidlen)	
Chlorkallium und Salmiak	15	phosphorsaurer Kalk	10,9
schwefelfaures Kali	6	phosphorsaure Bittererde	10,0
kohlenfaures Kali	4	phosphorsaures Eisenoryd	8,5
kohlenfauren Kalk	3	Kalk	1,5
Harnstoff	4	Gyps	3,1
Wasser	650	Chlorkallium, Kupfer	Spuren
	<u>682</u>	Kieselerde	63,7
		Verlust	1,3
			<u>100,0</u>

An Bodenbestandtheilen verzehrt ein Pferd*)		wird in den Excrementen des Pferdes wiedererhalten	
Unzen Asche		Unzen Asche	
15 Pfd. Heu geben	18,61	im Harn	3,51
4,54 Pfd. Hafer	2,46	in den Faeces	18,36
in Getränk	0,42		21,87
} 21,49			
eine Kuh			
in 30 Pfd. Kartoffeln	6,67	im Harn	12,29
in Heu	20,20	in den Faeces	16,36
in Getränk	1,6	in der Milch	1,80
		} 29,45	

Wie man aus diesen Analysen sieht, erhält man in dem Harn und den flüssigen Excrementen des Pferdes und der Kuh, so nahe wie sich nur in Versuchen dieser Art erwarten läßt, alle Aschenbestandtheile der Nahrung in unveränderter Menge wieder.

Die Wirkung, welche die flüssigen und festen Excremente der Thiere auf unseren Aekern hervorbringen, hört mit der Kenntniß ihres Ursprungs auf, geheimnißvoll und räthselhaft zu bleiben.

Die mineralischen Bestandtheile der Speisen, des Futters der Thiere, stammen von unseren Aekern, wir haben sie in der Form von Samen, von Wurzeln und Kraut darauf geerntet. In dem Lebensproceß der Thiere verwandeln sich die verbrennlichen Elemente der Nahrung in Sauerstoffverbindungen, der Harn und die Faeces enthalten die entzogenen Bodenbestandtheile unserer Felder; wir stellen, indem wir sie den Aekern wieder einverleiben, den ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit wieder her; bringen wir sie auf ein Feld, in welchem diese den Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsstoffe fehlten, so wird das Feld fruchtbar für alle Gewächse.

Ein Theil der Erndte wurde zur Ernährung, zur Mästung von Thieren verwendet, welche von den Menschen verzehrt

*) Bouffingault in den Annales de chimie et de phys. LXXI.

werden, ein anderer Theil wurde direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu u. s. w. verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blut der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestandtheilen wir in einem Schaf, einem Ochsen oder in der Milch*) einer Kuh, wie viel wir in einem Malter Gerste, Weizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Faeces der Menschen läßt sich ermitteln, wie viel davon wir hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus

*) I. 1000 Milch hinterlassen nach dem Einäschern 67,7 Rückstand.

II. 1000 " " " " " " 49 "

Diese Milchaschen bestanden in 100 Theilen aus:

	I.	II.
phosphorsaurem Kalk	47,14	— 50,81
" Bittererde	8,57	— 9,45
" Eisenoxyd	1,43	— 1,04
Chlorcalcium	29,38	— 27,03
Kochsalz	4,89	— 5,03
Natron	8,57	— 6,64

Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig. Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleichzusetzen einer Einfuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer genau zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber der Menschen über und kehren täglich in die Form, die sie ursprünglich besaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unseren Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welchen die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheure Quantität von Nahrung, welche der Mensch in 60 Jahren zu sich nimmt, ein jeder Bestandtheil derselben, der von unseren Aedern stammt, kann wieder gewonnen und wieder zugeführt werden. Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß nur in dem Leibe des jugendlichen oder des in der Zunahme begriffenen Thieres eine gewisse Quantität phosphorsaurer Kalk in den Knochen, von phosphorsauren Alkalien in dem Blute zurückbleibt, daß bis auf diese verhältnißmäßig für jeden Tag äußerst geringe Menge alle Salze mit alkalischen Basen, aller phosphorsaure Kalk und Bittererde, welche das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir also alle unorganischen Bestandtheile der Nahrung in den festen und flüssigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyse dieser Excremente anzustellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können bestimmen, von welcher Beschaffenheit sie sind, welche Zusammensetzung sie besitzen. Wir geben einem Pferde täglich $4\frac{1}{2}$ Pfd. Hafer und 15 Pfd. Heu, der Hafer giebt 4 Proc., das Heu 9 Proc. Asche, und wir berechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganische Materien enthalten müssen, die von unserm Felde stammen. Die Analyse der Haferasche und der Asche des Heues giebt uns genau in Procenten an, wieviel Kieselerde, wieviel an Alkalien und phosphorsauren Salzen wir darinnen haben *).

Man bemerkt leicht, daß die Beschaffenheit der fixen Bestandtheile in den Excrementen sich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerstenstroh, so haben wir in ihren festen Excrementen keine Kieselerde, wir haben darin phosphorsauren Kalk und Bittererde, in den flüssigen Excrementen haben

*) Die Asche des Hafers enthält (de Saussure)
in 100 Theilen

lösliche Salze mit alkalischer Basis	16
phosphorsauren Kalk	24
Kieselerde	60

die Heuasche enthält (Galdien)
in 100 Theilen

phosphorsauren Kalk	16,1
phosphorsaures Eisenoxyd	5,0
Kalk	2,7
Bittererde	8,6
schwefelsaures Natron	1,2
" Kali	2,2
Chlorkalium	1,3
kohlensaures Natron	1,1
kohlensauren Kalk	0,9
Kieselerde	60,6
Verlust	0,8

wir kohlen-saures Kali und Natron, so wie Verbindungen dieser Basen mit anorganischen Säuren. Hinterläßt das Futter oder die Speise nach dem Verbrennen eine Asche, welche lösliche phosphorsaure Alkalien enthält (Brot, Mehl, Samen aller Art, Fleisch), so bekommen wir von dem Thiere, von dem sie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieses phosphorsaure Alkali wiederfinden. Giebt die Asche des Futters an Wasser kein lösliches phosphorsaures Kali ab (Heu, Rüben, Kartoffeln), sind darin nur unauflösl-iche phosphorsaure Erden enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Faeces die phosphorsauren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn der grasfressenden Thiere ist frei von diesem Salz.

Die Analyse der Excremente der Menschen *), der fisch-

*) Nach der Analyse von Berzelius enthalten:

	1000 Th. Menschenharn.	1000 Th. Harnrückstand.
Harnstoff	30,10	44,39
freie Milchsäure	}	}
milchsaures Ammoniak		
Fleisch-Extract		
Extractivstoffe		
Harnsäure	1,00	1,49
Harnblasenschleim	0,32	0,48
schwefelsaures Kali	3,71	5,54
schwefelsaures Natron	3,16	4,72
phosphorsaures Natron	2,94	4,39
zweifach = phosphorsaures Ammoniak	1,65	2,46
Kochsalz	4,45	6,64
Salmiak	1,50	2,23
phosphorsaure Bittererde und Kalk	1,00	1,49
Kiesel-erde	0,03	0,05
		<hr/> 100,00
Wasser	933,00	
	<hr/> 1000,00	

freffenden Vögel, des Guano *), sowie die Excremente des Pferdes und der Kuh (f. S. 230) geben über die darin enthaltenen Salze den genügendsten Aufschluß.

Wir bringen, wie diese Analysen ergeben, in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere auf

1000 Theile Menschenkoth hinterließen 150 Asche (Berzelius), welche bestehen aus:

phosphorsaurem Kalk	}	100
phosphorsaure Bittererde		
Spur Gyps		
schwefelsaurem Natron	}	8
schwefelsaurem Kalk		
phosphorsaurem Natron		
kohlen-saurem Natron		8
Kieselerde		16
Kohle und Verlust		18
		150

*)	Guano (eine Sorte von Liverpool) (Bartels)	Guano von Lima (Böfvel)	Nachtigal-tenkoth (Bracomet)
Salzniaf	6,500	4,2	0,2
oralsaures Ammoniak	13,351	10,6	
harnsaures Ammoniak	3,244	9,0	52,7 mit Kali
phosphorsaures Ammoniak	6,250	6,0	0,8 mit Kali
wachsähnliche Materie	0,600		
schwefelsaures Kali	4,227	5,5	3,3
schwefelsaures Natron	1,119	3,8	
phosphorsaures Natron	5,291		
phosphorsaure Ammoniak-erde	4,196	2,6	0,2
Kochsalz	0,100		0,8
phosphorsaure Kalk	9,940	14,3	4,3
oralsaurer Kalk	16,360	7,0	
Thonerde	0,104		
in Salpetersäure unlösliche Rückstand	5,800	4,7	
Verlust (Wasser, Ammoniak, unbestimmte organische Materie)	22,718	32,3	37,7
	100,000		

unsere Aeder die Asche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieser Menschen und Thiere gedient haben. Diese Asche besteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwicklung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden liefern muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieser Excremente dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Erndte Nahrung darzubieten — wir stellen das gestörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wissen, daß die Bodenbestandtheile des Futters in den Harn und die Excremente des Thieres übergehen, das sich davon ernährt, läßt sich mit der größten Leichtigkeit der verschiedene Werth der Düngerarten feststellen. Die festen und flüssigen Excremente eines Thieres haben als Dünger für diejenigen Gewächse den höchsten Werth, welche dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbsen und Kartoffeln ernährt haben, ist vor allem andern zur Düngung von Erbsen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben und erhalten einen Dünger, der alle Bestandtheile der Graspflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müssen. So enthält der Taubenmist die mineralischen Bestandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmist die der krautartigen und Gemüsepflanzen; der flüssige und feste Koth der Menschen enthält die Mineralbestandtheile aller Samen in größter Menge.

Die Kenntniß der Aschenbestandtheile der Speise, des Futters, führt nach dem Obigen mit der größten Genauigkeit auf die Kenntniß der Bodenbestandtheile in den flüssigen und festen Excrementen der Thiere und Menschen.

ms
is
-spire
-alle ces
-nile - 20
- au mchms se
-verement der
in 1840
document. C.
- 1840

Kennen wir die Quantität der Speise und die Zusammensetzung ihrer Asche, so wissen wir mit Bestimmtheit, wie viel lösliche Salze wir im Harn, wie viel unlösliche wir in den Faeces erhalten werden. Es ist deshalb zwecklos und überflüssig, eine größere Anzahl von Analysen hier zu geben, da diese Analysen eben so abweichend von einander sein müssen, als es die Aschenbestandtheile der genossenen Speise sind.

Der gewöhnliche Stallmist ist, wie man weiß, eine Mischung von festen Excrementen mit Urin, die in den gewöhnlichen Düngerbehältern nach und nach in Fäulniß übergeht.

In Folge der Fäulniß des Urins verwandelt sich aller darin enthaltene Harnstoff in flüchtiges kohlensaures Ammoniak, ein großer Theil der organischen Bestandtheile nimmt durch die Einwirkung der Luft unter fortdauernder Wärmeentwicklung, luftförmigen Zustand an, er geht in Verwesung über; das Gewicht dieser Bestandtheile nimmt ab, das relative Verhältniß der nicht flüchtigen Mineralbestandtheile nimmt zu. Wenn wir uns denken, daß alle verwesbaren Elemente sich mit dem Sauerstoff verbunden hätten, so würden, wie sich von selbst versteht, nur die unverwesbaren, dieses sind die Aschenbestandtheile, zurückbleiben. So enthält z. B. ganz

frischer Kuhkoth in 100 Theilen:

Wasser		85,900
verbrennliche Substanzen	12,352}	14,100
Aschenbestandtheile	1,748}	
		<hr/> 100,000

Stallmist *) $\frac{1}{2}$ Jahr alt enthielt:

Wasser		79,3
verbrennliche Substanzen	14,04}	20,7
Aschenbestandtheile	6,66}	
		<hr/> 100,0

Da nun mit dem Alter des Mistes die darin enthaltenen mineralischen Nahrungsstoffe der Pflanzen zunehmen, der alte Mist also bei gleichem Gewichte 4 bis 6mal mehr enthält als der frische, so erklärt sich hieraus die verhältnißmäßig größere Wirksamkeit und der Vorzug, welchen erfahrene Landwirthe dem gegohrenen vor dem frischen Miste zugestehen.

Es ist in dem Vorhergehenden erwähnt worden, daß die thierischen Excremente in der Agricultur ersetzbar sind durch Materien, die ihre Bestandtheile enthalten. Da nun ihre Hauptwirksamkeit in ihrem Gehalte an den mineralischen Nahrungsstoffen beruht, welche die Culturpflanzen zu ihrer Entwicklung nöthig haben, so ist klar, da die Ernährung und das Gedeihen der wildwachsenden Pflanzen, an die nämlichen Ursachen und Gesetze geknüpft ist, daß wir mit den mineralischen Nahrungsstoffen der wildwachsenden Pflanzen, dies will sagen mit ihrer Asche, unsere Felder in ganz gleicher Weise düngen können, wie mit Thierexcrementen, daß wir damit, wenn eine zweckmäßige Auswahl getroffen wird, unsere Aecker mit allen den Bestandtheilen wieder versehen können, die wir in der Erndte der Culturpflanzen hinweggenommen haben. Die ausnehmende Wichtigkeit der Aschendüngung ist von sehr vielen Landwirthen anerkannt; in der Umgegend von Marburg und der Wetterau legt man

*) Bouffingault, Ann. de ch. et de phys. III. Serie p. 237.

einen so hohen Werth auf dieses kostbare Material, daß man einen Transport von 6, 8 Stunden Weges nicht scheut, um es für die Düngung zu erhalten.

Diese Wichtigkeit fällt in die Augen, wenn man in Erwägung zieht, daß die mit kaltem Wasser ausgelaugte Holzasche kieselbares Kali gerade in dem Verhältniß wie im Stroh enthält ($10 \text{ Si O}_3 + \text{K O}$), daß sie außer diesem Salze beträchtliche Mengen phosphorsaurer Salze enthält.

Die verschiedenen Holzaschen besitzen übrigens einen höchst ungleichen, die Eichenholzasche den geringsten, die Buchenholzasche den höchsten Werth.

Die Eichenholzasche enthält 4 bis 5 p. c. phosphorsaure Salze, die Buchenholzasche enthält den fünften Theil ihres Gewichts, der Gehalt der Fichten- und Tannenholzasche beträgt 9 bis 15 p. c., die Pappelholzasche enthält $16\frac{3}{4}$ p. c., die Asche des Haselnußstrauches 12 p. c. u. s. w. (Die Fichtenholzasche aus Norwegen enthält das Minimum von phosphorsauren Salzen, nämlich nur 0,9 p. c. Phosphorsäure. Verthier.)

Mit je hundert Pfund ausgelaugter Buchenholzasche bringen wie mithin auf das Feld eine Quantität phosphorsaurer Salze, welche gleich ist dem Gehalte von 460 Pfd. frischen Menschenexcrementen.

Nach de Saussure's Analyse enthalten 100 Th. Asche von Weizenkörnern 32 Th. lösliche und 44,5 unlösliche, im Ganzen 76,5 phosphorsaure Salze. Die Asche von Weizenstroh enthält im Ganzen 11,5 p. c. phosphorsaure Salze. Mit 100 Pfd. Buchenholzasche bringen wir mithin auf das Feld eine Quantität Phosphorsäure, welche hinreicht für Erzeugung von 4000 Pfd. Stroh (zu 4,3 p. c. Asche, de

Saussure), oder zu 2000 Pfd. Weizenkörner (die Asche zu 1,3 p. c. angenommen, de Saussure).

Die trocknen Früchte der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) geben 34 p. c. Asche, die eine ähnliche Zusammensetzung hat, wie die Asche des Mais und mancher Weizensamen*).

Die Wichtigkeit der Knochendüngung ist für Jedermann einleuchtend. Die Knochen der Menschen und Thiere stammen von dem Apatit, der in fruchtbarer Ackererde niemals fehlt, aus dem Boden geht die Knochenerde in das Heu und Stroh, überhaupt in das Futter über, was die Thiere genießen. Wenn man nun in Anschlag bringt, daß die Knochen 55 p. c. phosphorsauren Kalk und Bittererde enthalten (Berzelius), und annimmt, daß das Heu so viel davon als das Weizenstroh enthält, so ergibt sich, das 8 Pfd. Knochen so viel phosphorsauren Kalk, als 1000 Pfd. Heu oder Weizenstroh enthalten, oder 20 Pfd. davon so viel Phosphorsäure, als in 1000 Pfund Weizen- oder Haferkörnern sich vorfindet.

In diesen Zahlen hat man kein genaues, aber ein sehr annäherndes Maß in Beziehung auf die Quantität phosphorsaurer Salze, die der Boden diesen Pflanzen jährlich abgiebt.

Die Düngung eines Morgen Landes mit 60 Pfd. fri-

*) Asche der Früchte der Rosskastanie (de Saussure):

Kali	51
phosphorsaures Alkali	28
Chlorcalcium und	
schwefelsaures Kali	3
phosphorsaure Erden	12
Kieselerde	0,5
Metallorybe	0,25
Verlust	5,25
	<hr/>
	100

schon Knochen reicht hin, um drei Ernten (Runkelrüben, Weizen, Roggen) mit phosphorsauren Salzen zu versehen. Die Form, in welcher die phosphorsauren Salze dem Boden wiedergegeben werden, scheint hierbei aber nicht gleichgültig zu sein. Je feiner die Knochen zertheilt, und je inniger sie mit dem Boden gemischt sind, desto leichter wird die Assimilirbarkeit sein; das beste und zweckmäßigste Mittel wäre unstreitig, die Knochen fein gepulvert mit ihrem halben Gewichte Schwefelsäure und 3 — 4 Th. Wasser eine Zeitlang in Digestion zu stellen, den Brei mit etwa 100 Th. Wasser zu verdünnen und mit dieser sauren Flüssigkeit (phosphorsaurem Kalk und Bittererde) den Acker vor dem Pflügen zu besprengen. In wenigen Secunden würde sich die freie Säure mit den basischen Bestandtheilen des Bodens verbinden, es würde ein höchst fein zertheiltes, neutrales Salz entstehen. Versuche, die in dieser Beziehung auf Graumackeboden angestellt wurden, haben das positive Resultat gegeben, daß Getreide und Gemüsepflanzen durch diese Düngungsweise nicht leiden, daß sie sich im Gegentheil auf's kräftigste entwickeln *).

In der Nähe von Knochenleim-Fabriken werden jährlich viele tausend Centner einer Auflösung von phosphorsauren

*) Sehr günstige Resultate hat man durch die Behandlung der Samen auf folgende Weise erhalten. Die zu säenden Samen werden in Mistjauche eingeweicht, sodann im nassen Zustande mit einer Mischung von 20 Theilen feingepulverten Knochen und 1 Th. gebranntem Gyps bestreut, in der Art also, daß jedes Korn mit einer dünnen Lage von dem Pulver überzogen wird; durch Besprengen mit etwas Wasser und neues Bestreuen läßt sich die umgebende Rinde noch verstärken. Man läßt die Samen alsdann an der Luft trocknen und sät sie wie gewöhnlich. Im Großen möchte wohl dieses Düngverfahren seiner Umständlichkeit halber minder dem Zwecke entsprechen als eine starke Düngung mit Knochen und Gyps.

Salzen in Salzsäure unbenutzt verloren; er wäre wichtig, zu untersuchen, in wie weit diese Auflösung die Knochen ersetzen kann. Die freie Salzsäure würde sich mit den Alkalien, mit dem Kalk auf dem Acker verbinden, es würde ein lösliches Kalksalz entstehen, dessen Wirkung als wohlthätig auf die Vegetation an und für sich schon anerkannt ist; der salzsaure Kalk (Chlorcalcium) ist eins der Salze, die Wasser mit großer Begierde aus der Luft anziehen und zurückhalten, indem es mit dem kohlensauren Ammoniak des Regenwassers sich zu Salmiak und kohlensaurem Kalk umsetzt.

Eine Auflösung der Knochen in Salzsäure im Herbst oder Winter auf den Acker gebracht, würde nicht allein dem Boden einen nothwendigen Bestandtheil wiedergeben, sondern demselben die Fähigkeit geben, alles Ammoniak, was in dem Regenwasser in Zeit von 6 Monaten auf den Acker fällt, darauf zurückzuhalten.

Die Asche von Braunkohlen und Torf enthält mehrentheils kiesel saures Kali; es ist klar, daß diese Asche dem Stroh der Cerealien einen Hauptbestandtheil zu liefern vermag; sie enthalten ebenfalls Beimischungen von phosphorsauren Salzen.

Es ist von ganz besonderer Wichtigkeit für den Deconomen, sich über die Ursache der Wirksamkeit der so eben besprochenen Materien nicht zu täuschen. Man weiß, daß sie einen höchst günstigen Einfluß auf die Vegetation haben, und eben so gewiß ist es, daß die Ursache in einem Stoffe liegt, der, abgesehen von ihrer physikalischen Wirkungsweise, durch ihre Form, Porosität, Fähigkeit, Wasser anzuziehen und zurückzuhalten, Antheil an dem Pflanzenleben nimmt. Man muß auf Rechenhaft über diesen Einfluß verzichten, wenn man den Schleier der Isis darüber deckt.

Die Medicin hat Jahrhunderte lang auf der Stufe gestanden, wo man die Wirkungen der Arzneien durch den Schleier der Isis verhüllte, aber alle Geheimnisse haben sich auf eine sehr einfache Weise gelöst. Eine ganz unpoetische Hand erklärte die anscheinend unbegreifliche Wunderkraft der Quellen in Savoyen, wo sich die Walliser ihre Kröpfe vertreiben, durch einen Gehalt an Jod; in den gebrannten Schwämmen, die man zu demselben Zweck benutzte, fand man ebenfalls Jod; man fand, daß die Wunderkraft der China in einem darin in sehr geringer Menge vorhandenen krystallinischen Stoff, dem Chinin, daß die mannichfaltige Wirkungsweise des Opiums in einer eben so großen Mannichfaltigkeit von Materien liegt, die sich daraus darstellen lassen.

Einer jeden Wirkung entspricht die Ursache; suchen wir die Ursachen uns deutlich zu machen, so werden wir die Wirkungen beherrschen.

Als Princip des Ackerbaues muß angesehen werden, daß der Boden in vollem Maße wieder erhalten muß, was ihm genommen wird; in welcher Form dies Wiebergeben geschieht, ob in der Form von Excrementen, oder von Asche oder Knochen, dies ist wohl ziemlich gleichgültig. Es wird eine Zeit kommen, wo man den Acker, wo man jede Pflanze, die man darauf erzielen will, mit dem ihr zukommenden Dünger versieht, den man in chemischen Fabriken bereitet; wo man nur dasjenige giebt, was der Pflanze zur Ernährung dient, ganz so, wie man jetzt mit einigen Granen Chinin das Fieber heilt, wo man sonst den Kranken eine Unze Holz nebenbei verschlucken ließ.

Es giebt Pflanzen, welche Humus bedürfen, ohne bemerklich zu erzeugen; es giebt andere, die ihn entbehren

können, die einen humusarmen Boden daran bereichern; eine rationelle Cultur wird allen Humus für die ersten, und keinen für die anderen verwenden, sie wird die letzteren benutzen, um die ersteren damit zu versehen.

Geben wir der Pflanze Kohlensäure und alle Materien, die sie bedarf, geben wir ihr Humus in der reichlichsten Quantität, so wird sie nur bis zu einem gewissen Grade zur Ausbildung gelangen; wenn es an Stickstoff fehlt, wird sie Kraut, aber keine Körner, sie wird vielleicht Zucker und Amylon, aber keinen Kleber erzeugen.

Durch die Zufuhr von Ammoniak und damit von Stickstoff werden die Zwecke der Agricultur ebenfalls nicht erfüllt; so nothwendig das Ammoniak für die kräftige Entwicklung der Pflanze auch ist, so reicht es dennoch für sich allein nicht hin zur Erzeugung von vegetabilischem Casein, Fibrin und Albumin, denn ohne die begleitenden Alkalien, ohne schwefelsaure und phosphorsaure Salze, kennen wir diese Stoffe nicht; wir müssen voraussetzen, daß ohne ihre Mitwirkung das Ammoniak auf die Entwicklung und Bildung der Samen nicht die geringste Wirkung ausübt, daß es ganz gleichgültig ist, ob wir Ammoniak zuführen oder nicht, es wird keinen Antheil an der Bildung der Blutbestandtheile nehmen, wenn die anderen Bedingungen zu ihrer Erzeugung nicht gleichzeitig vorhanden sind.

In den flüssigen und festen Excrementen haben wir alle diese Bedingungen beisammen, keine fehlt; wir haben darin nicht nur das Ammoniak, sondern auch die Alkalien, die kiesel-sauren, phosphor-sauren und schwefel-sauren Salze, und zwar in dem relativen Verhältniß wie sie unsere Culturpflanzen bedürfen.

Die kräftige Wirkung des Urins rührt demnach nicht

von den darin enthaltenen Stickstoffverbindungen allein her, sondern die sie darin begleitenden phosphorsauren und schwefelsauren Salze haben einen ganz entscheidenden Antheil daran.

Der Harn enthält in dem Zustande, wo er als Dünger dient, keinen Harnstoff, weil dieser durch die Fäulniß übergeht in kohlensaures Ammoniak.

In wohlbeschaffenen, vor der Verdunstung geschützten Düngerbehältern wird das kohlen saure Ammoniak gelöst bleiben; bringen wir den gefaulten Harn auf unsere Felder, so wird ein Theil des kohlen sauren Ammoniaks mit dem Wasser verdunsten, eine andere Portion davon wird von thon- und eisenoxydhaltigem Boden eingesaugt werden, im Allgemeinen wird aber nur das phosphorsaure und salzsaure Ammoniak in der Erde bleiben; der Gehalt an diesem allein macht den Boden fähig, im Verlauf der Vegetation auf die Pflanzen eine directe Wirkung zu äußern, keine Spur davon wird den Wurzeln der Pflanzen entgehen.

Das Vorhandensein von freiem kohlen sauren Ammoniak in gefaultem Urin hat selbst in früheren Zeiten zu dem Vorschlage Veranlassung gegeben, die Mistjauche auf Salmiak zu benutzen. Von manchem Oekonomen ist dieser Vorschlag in Ausführung gebracht worden, zu einer Zeit, wo der Salmiak einen hohen Handelswerth besaß. Die Mistjauche wurde in Gefäßen von Eisen der Destillation unterworfen und das Destillat auf gewöhnliche Weise in Salmiak verwandelt (Demachy).

Das durch Fäulniß des Urins erzeugte kohlen saure Ammoniak kann auf mannichfaltige Weise fixirt, d. h. seiner Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, beraubt werden.

Denken wir uns einen Acker mit Gyps bestreut, den wir

mit gefaultem Urin, mit Mistjauche überfahren, so wird alles kohlen-saure Ammoniak sich in schwefelsaures verwandeln, was in dem Boden bleibt.

Wir haben aber noch einfachere Mittel, um alles kohlen-saure Ammoniak den Pflanzen zu erhalten; Gyps, Chlorcalcium, Schwefelsäure oder Salzsäure, oder am besten saurer phosphorsaurer Kalk, lauter Substanzen, deren Preis ausnehmend niedrig ist, bis zum Verschwinden der Alkalinität dem Harn zugesetzt, vermögen das Ammoniak in ein Salz zu verwandeln, was seine Fähigkeit, sich zu verflüchtigen, gänzlich verloren hat.

Stellen wir eine Schale mit concentrirter Salzsäure in einen gewöhnlichen Abtritt hinein, in welchem die obere Oeffnung mit dem Düngbehälter in offener Verbindung steht, so findet man sie nach einigen Tagen mit Krystallen von Salmiak angefüllt. Das Ammoniak, dessen Gegenwart die Geruchsnerven schon anzeigen, verbindet sich mit der Salzsäure und verliert seine Flüchtigkeit; über der Schale bemerkt man stets dicke weiße Wolken oder Nebel von neuentstandnem Salmiak. In einem Pferde-stall zeigt sich die nämliche Erscheinung. Dieses Ammoniak geht nicht allein der Vegetation verloren, sondern es verursacht noch überdies eine langsam aber sicher ersorgende Zerstörung der Mauer. In Berührung mit dem Kalk des Mörtels verwandelt es sich in Salpetersäure, welche den Kalk nach und nach auflöst, der sogenannte Salpeterfraß (Entstehung von löslichem salpetersauren Kalk) ist die Folge seiner Verwesung.

Das Ammoniak, was sich in Ställen und aus Abtritten entwickelt, ist unter allen Umständen mit Kohlen-säure verbunden. Kohlen-saures Ammoniak und schwefelsaurer Kalk (Gyps) können bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit

einander in Berührung gebracht werden, ohne sich gegenseitig zu zerlegen. Das Ammoniak vereinigt sich mit der Schwefelsäure, die Kohlensäure mit dem Kalk zu Verbindungen, welche nicht flüchtig, d. h. geruchlos sind. Bestreuen wir den Boden unserer Ställe von Zeit zu Zeit mit gepulvertem Gyps, so wird der Stall seinen Geruch verlieren, und wir werden nicht die kleinste Quantität Ammoniak, was sich gebildet hat, für unsere Felder verlieren (Mohr).

Die Harnsäure, nach dem Harnstoff das stickstoffreichste unter den Producten des lebenden Organismus, ist im Wasser löslich, sie kann durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen und ihr Stickstoff in der Form von Ammoniak, von kleeurem, blaurem oder kohlenurem Ammoniak assimilirt werden.

Es wäre von außerordentlichem Interesse, die Metamorphosen zu studiren, welche die Harnsäure in einer lebenden Pflanze erfährt; als Düngmittel in reinem Zustande unter ausgeglühtes Kohlenpulver gemischt, in welchem man Pflanzen vegetiren läßt, würde die Untersuchung des Saftes der Pflanze oder der Bestandtheile des Samens oder der Frucht leicht die Verschiedenheit erkennen lassen.

In Beziehung auf den Stickstoffgehalt sind 100 Theile Menschenharn ein Aequivalent für 1300 Theile frischer Pferdeexcremente nach Macaire's und Marcet's Analysen und 600 Theile frischer Excremente der Kuh. Die kräftige Wirkung des Harns im Allgemeinen ist in Flandern vorzüglich anerkannt, allein nichts läßt sich mit dem Werthe vergleichen, den das älteste aller Ackerbau treibenden Völker, das chinesiſche, den menschlichen Excrementen zuschreibt; die Gesetze des Staates verbieten das Hinwegschütten derselben, in jedem Hause sind mit der größten Sorgfalt Reservoirs

angelegt, in denen sie gesammelt werden; nie wird dort für Getreidefelder ein anderer Dünger verwendet.

Wenn wir annehmen, daß die flüssigen und festen Excremente eines Menschen täglich nur $1\frac{1}{2}$ Pfd. betragen ($\frac{5}{4}$ Pfd. Urin und $\frac{1}{4}$ Pfd. fester Excremente), daß beide zusammen genommen 3 p. c. Stickstoff enthalten, so haben wir in einem Jahre 547 Pfd. Excremente, welche 16,41 Pfd. Stickstoff enthalten, eine Quantität, welche hinreicht, um 800 Pfd. Weizen-, Roggen-, Hafer-, und 900 Pfd. Gerstenkörnern (Voussingault) den Stickstoff zu liefern.

Dies ist bei weitem mehr, als man einem Morgen Land hinzuzusetzen braucht, um mit dem Stickstoff, den die Pflanzen aus der Atmosphäre aufsaugen, ein jedes Jahr die reichlichsten Ernten zu erzielen. Eine jede Ortschaft, eine jede Stadt könnte bei Anwendung von Fruchtwechsel alle ihre Felder mit dem stickstoffreichsten Dünger versehen, der noch überdies der reichste an phosphorsauren Salzen ist. Bei Mitbenutzung der Knochen und der ausgelaugten Holzasche würden für viele Bodenarten alle Excremente von Thieren völlig entbehrlich sein.

Die Excremente der Menschen lassen sich, wenn durch ein zweckmäßiges Verfahren die Feuchtigkeit entfernt und das freie Ammoniak gebunden wird, in eine Form bringen, welche die Versendung, auch auf weite Strecken hin, erlaubt.

Dies geschieht schon jetzt in manchen Städten und die Zubereitung der Menschensexcremente in eine versendbare Form macht einen nicht ganz unwichtigen Zweig der Industrie aus. Die in den Häusern in Paris in Fässern gesammelten Excremente werden in Montfaucon in tiefen Gruben gesammelt und sind zum Verkaufe geeignet, wenn sie einen gewissen Grad der Trockenheit durch Verdampfung an

der Luft gewonnen haben; durch die Fäulniß derselben in den Behältern in den Häusern verwandelt sich aller Harnstoff zum größten Theil in kohlensaures Ammoniak; die vegetabilischen Theile, welche darin enthalten sind, gehen ebenfalls in Fäulniß über, alle schwefelsauren Salze werden zerlegt, der Schwefel bildet Schwefelwasserstoff und flüchtiges Schwefelammonium. Die an der Luft trocken gewordene Masse hat den größten Theil ihres Stickstoffgehalts mit dem verdampfenden Wasser verloren, der Rückstand besteht neben phosphorsaurem Ammoniak zum größten Theil aus phosphorsauerm Kalk und Bittererde und fettigen Substanzen. Unter dem Namen Poudrette kommt dieser Dünger im Handel vor, er ist seiner kräftigen Wirkung wegen sehr geschätzt. Diese Wirkung kann nicht abhängig sein von dem ursprünglich darin enthaltenen Ammoniak, eben weil der größte Theil desselben beim Trocknen entwichen ist. Nach der Analyse von Jaquemars enthält die Pariser Poudrette nicht über 1,8 p. c. Ammoniak.

In anderen Fabriken mengt man die weichen Excremente mit Holzasche oder mit Erde, die eine reichliche Quantität von ägendem Kalk enthält, und bewirkt damit eine völlige Austreibung alles Ammoniaks, wobei sie ihren Geruch auf's vollständigste verlieren. Auch dieser Dünger kann nicht durch seinen Stickstoffgehalt wirken.

Es ist klar, daß wenn wir die festen und flüssigen Excremente der Menschen und die flüssigen der Thiere in dem Verhältnisse zu dem Stickstoff auf unsere Acker bringen, den wir in der Form von Gewächsen darauf geerntet haben, so wird die Summe des Stickstoffs auf dem Gute jährlich wachsen müssen. Denn zu dem, welchen wir in dem Dünger

zuföhren, ist aus der Atmosphäre eine gewisse Quantität hinzugekommen.

Ein eigentlicher Verlust an Stickstoff findet niemals Statt, denn selbst die geringe Menge, welche die Menschen mit in ihre Gräber nehmen, geht den Gewächsen unverloren, denn durch Fäulniß und Verwesungsproceße kehrt dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Erde und in die Atmosphäre zurück.

Eine gesteigerte Cultur erfordert eine gesteigerte Düngung, mit derselben muß das Productionsvermögen unserer Felder wachsen, die Ausfuhr von Getreide und Vieh muß zunehmen, sie wird gehemmt durch Mangel an Dünger.

Je nach den Producten, die man erzielen will, richten sich die Stoffe, die man als Dünger zu geben hat. Die Alkalien sind vorzugsweise zur Erzeugung der stickstofffreien Bestandtheile des Zuckers, Amylons, Pectins, Gummi's nöthig; die phosphorsauren Salze wirken vorzüglich auf die Bildung der Blutbestandtheile. Ein mit thierischem Dünger und damit an phosphorsauren Salzen reichlich versehener Acker bringt eine Gerste hervor, welche die Bierbrauer verworfen, weil sie reich an Blutbestandtheilen und verhältnißmäßig arm an Amylon ist. Was also der Viehmäster am meisten schätzt, achtet der Bierbrauer gering, eben weil der Zweck des einen die Production von Fleisch, die des andern die Fabrikation von Alkohol ist.

Die Wolle, Lumpen, Haare, Klauen und Horn sind Dünger, welche theils durch ihren Gehalt an Stickstoff, theils durch ihren Gehalt an phosphorsauren Salzen Antheil an dem vegetabilischen Lebensproceße nehmen.

100 Theile trockne Knochen enthalten 32 bis 33 p. c.

trockne Gallerte; nehmen wir darin denselben Gehalt an Stickstoff wie im thierischen Keim an, so enthalten sie 5,28 p. c. Stickstoff, sie sind mithin als Aequivalent für 250 Th. Menschen-Urin zu betrachten.

Die Knochen halten sich in trockenem oder selbst feuchtem Boden (z. B. die in Lehm oder Gyps sich findenden Knochen urweltlicher Thiere) bei Luftabschluß Jahrtausende unverändert, indem der innere Theil durch den äußern vor dem Angriff des Wassers geschützt wird. Im feingepulverten feuchten Zustande erhitzen sie sich, es tritt Fäulniß und Verwesung ein, die Gallerte, die sie enthalten, zersetzt sich; ihr Stickstoff verwandelt sich in kohlensaures Ammoniak und in andere Ammoniaksalze, welche zum größten Theil von dem Pulver zurückgehalten werden (1 Vol. wohl ausgeglühte weißgebrannte Knochen absorbiren 7,5 Vol. reines Ammoniakgas).

Als ein kräftiges Hülfsmittel zur Beförderung des Pflanzenwuchses auf schwerem und namentlich auf Thonboden muß schließlich noch das Kohlenpulver betrachtet werden.

Schon Ingenhouß hat die verdünnte Schwefelsäure als Mittel vorgeschlagen, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu steigern, auf Kalkboden erzeugt sich beim Besprengen mit verdünnter Schwefelsäure augenblicklich Gyps, den sie also auf's vollständigste ersetzen kann. 100 Th. concentrirte Schwefelsäure, mit 800 bis 1000 Th. Wasser verdünnt, sind ein Aequivalent für 176 Th. Gyps.

Viele Arten von Torfasche, die meisten Steinkohlenaschen enthalten eine reichliche Menge Gyps, durch welchen sie auf viele Felder eine höchst günstige Wirkung ausüben.

T o r f a s s e		
vom	Fichtelgebirge.	von Bassy (Dép. de la Marne).
	(Fikentscher.)	(Berthier.)
Kieselerde . . .	36,5	} 22,5
Thonerde . . .	17,3	
Eisenoxyd . . .	33,0	
Kohlensaurer Kalk . . .	2,0	} 51,5
Bittererde . . .	3,5	
Gyps	4,5	. . . . . 26,0
Chlorcalcium . . .	0,5	
Kohle	2,7.	

N a c h s t .

Die Erfahrungen in der Wald- und Wiesen-cultur geben zu erkennen, daß die Atmosphäre eine für die Vegetation unerschöpfliche Menge Kohlensäure enthält.

Wir ernten auf gleichen Flächen Wald- oder Wiesenboden, in welchem die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile vorhanden sind, ohne daß ihnen ein kohlenstoffhaltiger Dünger zugeführt wird, in der Form von Holz und Heu, eine Quantität Kohlenstoff, welche gleich ist und in vielen Fällen mehr beträgt als die Kohlenstoffmenge, welche das Culturland in der Form von Stroh, Korn und Wurzeln hervorbringt.

Es ist klar, daß dem Culturlande eben so viel Kohlensäure durch die Atmosphäre zugeführt und zur Aufnahme dargeboten wird, als einer gleichen flachen Wiese oder Wald, daß der Kohlenstoff dieser Kohlensäure von unseren Culturpflanzen assimilirt wird oder assimilirbar ist, wenn die Bedingungen zu seiner Aufnahme, zu seinem Uebergange in einen Bestandtheil dieser Gewächse sich auf unseren Aekern vereinigt vorfinden.

Mit aller Zufuhr an Nahrungstoff ist ein Boden für die meisten Pflanzen völlig unfruchtbar, wenn in ihm z. B. zu gewissen Jahreszeiten das Wasser fehlt. Der Regen befruchtet unsere Felder, der Samen keimt und entwickelt sich nicht ohne eine gewisse Menge von Feuchtigkeit.

Die Wirkung des Regens ist für die oberflächliche Beobachtung weit wunderbarer und überraschender, als die des Düngers; auf Wochen und Monate hinaus ist sein Einfluß auf den Ertrag eines Feldes bemerkbar, und doch werden durch den Regen nur höchst geringe Mengen Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen zugeführt.

Das Wasser nimmt zweifellos durch seine Elemente einen bestimmten Antheil an der Entwicklung der Pflanze, allein es ist zu gleicher Zeit das vermittelnde Glied alles organischen Lebens.

Die Pflanze empfängt durch Vermittelung des Wassers aus dem Boden die zur Bildung ihrer Organe nothwendigen Alkalien, alkalischen Erden und phosphorsauren Salze. Fehlt es an diesen zum Uebergang der atmosphärischen Nahrungstoffe in den Organismus der Pflanze nothwendigen tellurischen Bedingungen, so bleibt ihr Wachsthum zurück; ihre Ausbildung in der trocknen Jahreszeit steht in geradem Verhältniß zu der Menge dieser in der Zeit der ersten Entwicke-

lung aus dem Boden aufgenommenen Bestandtheile. Auf einem an den mineralischen Nahrungsstoffen armen Boden gedeihen auch bei einer reichlichen Zufuhr von Wasser unsere Culturpflanzen nicht.

Der Ertrag einer Wiese, oder der gleichen Fläche Wald, an Kohlenstoff ist unabhängig von einer Zufuhr an kohlenstoffreichem Dünger, er ist abhängig von dem Vorhandensein gewisser Bodenbestandtheile, welche keinen Kohlenstoff enthalten, so wie von den Bedingungen, welche den Uebergang derselben in die Pflanzen vermitteln.

Wir sind nun im Stande, den Ertrag unsers Culturlandes an Kohlenstoff durch Zufuhr von gebranntem Kalk, durch Asche und Mergel zu erhöhen, durch Materien also, welche den Pflanzen keinen Kohlenstoff abgeben können; und es ist nach diesen wohlbegründeten Erfahrungen vollkommen gewiß, daß wir in diesen Materien das Feld mit gewissen Bestandtheilen versehen, die den darauf cultivirten Pflanzen ein Vermögen geben, was sie vorher nur in einem geringern Grade besaßen, das Vermögen nämlich, an Masse und damit an Kohlenstoff zuzunehmen.

Es kann hiernach nicht geleugnet werden, daß die Unfruchtbarkeit des Feldes oder sein geringerer Ertrag an Kohlenstoff nicht abhängig war von einem Mangel an Kohlen säure oder an Humus, denn wir können ja diesen Ertrag bis zu einer gewissen Grenze, durch Zufuhr von Stoffen steigern, welche keinen Kohlenstoff enthalten; die nämliche Quelle aber, welche der Wiese und dem Wald den Kohlenstoff lieferte, steht auch unseren Culturgewächsen offen, es handelt sich also in der Agricultur hauptsächlich darum, die besten und zweckmäßigsten Mittel anzuwenden, um den Kohlenstoff der Atmosphäre, nämlich die Kohlen säure, in die

Pflanzen unserer Felder übergehn zu machen. In den mineralischen Nahrungstoffen giebt die Kunst des Ackerbaues den Pflanzen diese Mittel, um den Kohlenstoff aus einer Quelle sich anzueignen, deren Zufluß unerschöpflich ist; beim Mangel an diesen Bodenbestandtheilen würde auch die reichlichste Zufuhr an Kohlensäure oder an verwesenden Pflanzenstoffen den Ertrag des Feldes nicht erhöht haben.

Die Menge Kohlensäure, welche aus der Luft in die Pflanze übergehen kann, ist in einer gegebenen Zeit beschränkt durch die Quantität von Kohlensäure, welche mit den Organen der Auffaugung in Berührung gelangt.

Der Uebergang der Kohlensäure aus der Luft in den Organismus der Pflanze findet durch die Blätter Statt; die Auffaugung der Kohlensäure kann nicht vor sich gehen ohne Berührung der Kohlensäuretheilchen mit der Oberfläche des Blattes oder des Pflanzentheils, der sie aufnimmt.

In einer gegebenen Zeit steht mithin die Menge der aufgenommenen Kohlensäure in geradem Verhältniß zu der Blattoberfläche, und zu dem in der Luft enthaltenen Kohlenäurequantum.

Zwei Pflanzen derselben Art, von gleicher Blattoberfläche, (Auffaugungsfläche) nehmen in gleichen Zeiten unter gleichen Bedingungen eine und dieselbe Menge Kohlenstoff auf.

In einer Luft, welche doppelt soviel Kohlensäure enthält, nimmt unter denselben Bedingungen eine Pflanze doppelt soviel Kohlenstoff auf*).

Eine Pflanze, deren Blattoberfläche nur halb so groß ist

*) Boussingault sah, daß Traubenblätter, die in einem Ballon eingeschlossen waren, der durchgeleiteten Luft alle Kohlensäure vollständig entzogen, so groß auch die Geschwindigkeit des Luftstroms, welcher durchging, sein mochte. (Dumas, leçon p. 23).

wie die einer andern, wird in derselben Zeit eben so viel Kohlenstoff aufnehmen, wie diese zweite Pflanze, wenn wir ihr doppelt soviel Kohlensäure zuführen.

Hieraus ergibt sich für die Culturpflanzen die so nützliche Wirkung des Humus und aller verwesenden organischen Substanzen.

Die junge Pflanze kann, wenn sie auf die Luft allein angewiesen ist, nur im Verhältnis zu ihrer auffaugenden Oberfläche an Kohlenstoff zunehmen und es ist klar, daß, wenn ihre Wurzeln in der nämlichen Zeit durch die Mitwirkung des Humus dreimal soviel Kohlensäure zugeführt erhalten, als die Blätter aufnehmen, so wird, die Bedingungen der Assimilation des Kohlenstoffs als gegeben vorausgesetzt, ihre Gewichtszunahme das Vierfache betragen. Es werden sich also viermal so viel Blätter, Knospen, Halme etc. bilden und in dieser vergrößerten Oberfläche empfängt die Pflanze ein in dem nämlichen Grade gesteigertes Aufsaugungsvermögen von Nahrungstoff aus der Luft, welches weit über den Zeitpunkt hinaus in Thätigkeit bleibt, wo die Zufuhr an Kohlenstoff durch die Wurzeln aufhört.

Der Humus, als die Kohlensäurequelle im Culturlande, wirkt nun aber nicht allein nützlich als Mittel zur Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes der Pflanze, sondern durch die in einer gegebenen Zeit vergrößerte Masse der Pflanze ist in der That ja auch Raum für die Aufnahme der für die Ausbildung neuer Blätter und Zweige nothwendigen Bodenbestandtheile gewonnen.

Von der Oberfläche der jungen Pflanze aus verdunstet unausgesetzt Wasser, dessen Quantität in geradem Verhältnis zur Temperatur und dieser Oberfläche steht. Die zahlreichen Wurzelfasern ersetzen, gleich eben so vielen Pumpwerken, das

verdunstete Wasser, und so lange dieser Boden feucht oder mit Wasser durchdrungen ist, werden der Pflanze die ihr unentbehrlichen Bodenbestandtheile, in dem Wasser gelöst, zugeführt. Von einer Pflanze mit doppelter Oberfläche verdunstet doppelt so viel Wasser, als aus einer Pflanze mit einfacher. Indem das in die Pflanze aufgenommene Wasser wieder als Dampf austritt, bleiben die durch seine Vermittelung zugeführten Salze und Bodenbestandtheile in der Pflanze zurück. Bei gleichem, der Masse proportionalem, Wassergehalt empfängt eine Pflanze mit doppelter Blattoberfläche, auf dem nämlichen Boden, eine im Verhältniß zu diesem Wassergehalte größere Menge an Bodenbestandtheilen als eine Pflanze mit einfacher Oberfläche.

Während die Entwicklung der letztern, wenn die weitere Zufuhr aufhört, eine baldige Grenze erreicht, dauert die der andern fort, eben weil sie eine größere Quantität der zur Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe nothwendigen Bedingungen enthält. In beiden wird sich nur eine, den vorhandenen mineralischen Samenbestandtheilen, entsprechende Anzahl oder Masse von Samen bilden können; in derjenigen Pflanze, welche mehr phosphorsaure Alkalien und Erbsalze enthält, entstehen mehr Samen, als in der andern, welche in der nämlichen Zeit weniger davon aufnehmen konnte.

So sehen wir denn in einem heißen Sommer, wenn die weitere Zufuhr an Bodenbestandtheilen, durch Mangel an Wasser abgeschnitten ist, daß die Höhe und Stärke der Pflanze, sowie die Entwicklung der Samen in geradem Verhältniß steht, zu der Menge, der in der vorhergegangenen Periode ihres Wachsthums, aufgenommenen Bodenbestandtheile.

Auf einem und demselben Felde ernten wir in verschied-

denen Jahren ein sehr ungleiches Verhältniß von Korn und Stroh. Für gleiche Gewichte Korn von derselben chemischen Zusammensetzung ist in dem einen Jahr der Strohertrag um die Hälfte größer, oder auf gleiche Gewichtsmengen Stroh (Kohlenstoff) ernten wir in dem einen Jahr doppelt soviel Korn, als in dem andern.

Ernten wir aber von gleicher Oberfläche doppelt soviel Korn, so haben wir eine entsprechende Menge Bodenbestandtheile mehr in diesem Korn; ernten wir doppelt soviel Stroh, so haben wir doppelt soviel Bodenbestandtheile in diesem Stroh.

In dem einen Jahr wird der Weizen 3 Fuß hoch und liefert pr. Morgen 1200 Pfd. Samen, in dem nächsten Jahr wird er um einen Fuß höher und liefert nur 800 Pfd. Samen.

Der ungleiche Ertrag entspricht unter allen Umständen dem ungleichen Verhältniß der zur Bildung des Kornes und Strohes aufgenommenen Bodenbestandtheile. Das Stroh enthält und bedarf die phosphorsauren Salze so gut wie das Korn, nur in einem weit kleinern Verhältniß. Wenn in einem nassen Frühling die Zufuhr derselben nicht in gleichem Verhältniß stattfindet, wie die der Alkalien, der Kieselsäure und der schwefelsauren Salze; wenn die der letzteren größer ist, so nimmt der Ertrag an Samen ab, weil der Strohertrag größer wird; es wird nämlich eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen zur Ausbildung der Blätter und Halme verwendet, die sonst zu Samenbestandtheilen übergegangen wären; ohne einen Ueberschuß der phosphorsauren Salze bildet sich der Samen nicht aus. Ja, wir können durch den bloßen Ausschluß dieser Salze den Fall künstlich eintreten machen, wo die Pflanze eine Höhe von 3 Fuß erreicht, wo sie zum Blühen kommt, ohne überhaupt

Samen zu tragen. Auf einem an den Strohbestandtheilen reichen Felde (auf fettem Boden) ernten wir nach einem nassen Frühling weniger Korn, als auf einem daran armen (auf magerem Boden), eben weil auf letzterm die Zufuhr der mineralischen Nahrungsstoffe in der Zeit größer ist und in ein richtigeres Verhältniß zur Entwicklung aller Bestandtheile der Pflanze sich stellt.

Angenommen, wir hätten alle Bedingungen der Assimilation der atmosphärischen Nahrungsstoffe unseren Culturpflanzen in reichlichster Menge gegeben, so besteht demnach die Wirkung des Humus in einer beschleunigten Entwicklung der Pflanze, in einem Gewinn an Zeit; in allen Fällen wächst durch den Humus der Ertrag an Kohlenstoff, der, wenn die Bedingungen zu seinem Uebergange in andere Verbindungen fehlen, die Form annimmt von Amylon, Zucker, Gummi, von Materien also, welche keine mineralischen Bestandtheile enthalten.

Das Moment der Zeit muß in der Kunst des Ackerbaues mit in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnererei von ganz besonderer Wichtigkeit.

Die Getreidepflanzen und Wurzelgewächse finden auf unseren Aedern in den Ueberresten der vorhergegangenen Vegetation eine ihrem Gehalt, an den im Boden vorhandenen mineralischen Nahrungsstoffen, entsprechende Menge, an verwesenden Pflanzenstoffen, und damit Kohlenäure genug zu ihrer beschleunigten Entwicklung im Frühling vor; eine jede weitere Zufuhr von Kohlenäure, ohne eine entsprechende Vermehrung der in die Pflanze übergehenden Bodenbestandtheile, würde ohne allen Nutzen sein.

Auf einem Morgen guten Wiesenlandes gewinnen wir

durchschnittlich nach der Angabe der zuverlässigsten Landwirthe 2500 Pfd. Heu. Die Wiesen liefern diesen Ertrag ohne alle Zufuhr von organischen Stoffen, ohne kohlenstoff- oder stickstoffhaltigen Dünger. Durch gehörige Wässerung, Anwendung von Asche und Gyps kann derselbe bis zum doppelten gesteigert werden, nehmen wir aber an, diese 2500 Pfd. Heu seien das Maximum, so ist gewiß, daß aller Kohlenstoff und Stickstoff dieser Wiesenpflanzen von der Atmosphäre stammt.

Nach den Angaben Boussingault's enthält das bei 100° getrocknete Heu 45,8 p. c. Kohlenstoff (was mit den Analysen, die in dem hiesigen Laboratorium gemacht wurden, übereinstimmt) und 1,5 p. c. Stickstoff; das lufttrockne Heu enthält ferner 14 p. c. Wasser, welche bei 100° entweichen.

2500 Pfd. lufttrockenes Heu entsprechen demnach 2150 bei 100° getrocknetem Heu. Mit 984 Pfd. Kohlenstoff, die in diesen 2150 Pfd. Heu enthalten sind, hat man mithin auf dem Morgen Wiese geerntet 32,2 Pfd. Stickstoff.

Wenn wir annehmen, daß dieser Stickstoff in der Form von Ammoniak in die Pflanze aufgenommen wurde, so ist klar, daß im geringsten Falle für je 3640 Pfd. Kohlenensäure (zu 27 p. c. Kohlenstoff), die Luft 39,1 Pfd. Ammoniak (82 p. c. Stickstoff) enthält, oder auf 1000 Pfd. Kohlenensäure enthält die Luft $10\frac{7}{10}$ Pfd. Ammoniak, dies ist etwa $\frac{1}{100000}$ von dem Gewicht der Luft oder $\frac{1}{60000}$ von ihrem Volumen.

Für je 100 Theile Kohlenensäure, welche durch die Blattoberfläche absorbiert werden, empfangen die Wiesenpflanze aus der Luft etwas mehr als 1 Theil Ammoniak.

Wenn wir aus den bekannten Analysen berechnen, wie viel Stickstoff wir in den verschiedenen Culturpflanzen von

gleichen Flächen Land gewinnen, so ergeben sich folgende Verhältnisse:

Für je tausend Pfd. Kohlenstoff ernten wir:

auf einer Wiese	32 ⁷ / ₁₀ Pfd.	Stickstoff,
auf dem Culturlande: in Weizen	21,5	»
» Hafer	22,3	»
» Roggen	15,2	»
» Kartoffeln	34,1	»
» Runkelrüben	39,1	»
» Klee	44	»
» Erbsen	62	»

Aus diesen Thatsachen ergeben sich einige für die Agricultur im hohen Grade wichtige Folgerungen.

Wir beobachten nämlich, daß das relative Verhältniß des aufgesaugten Stickstoffs zum Kohlenstoff in einer bestimmten Beziehung zur Blattoberfläche steht.

1) Diejenigen Gewächse, in denen sich, man kann sagen, aller Stickstoff in dem Samen concentrirt, wie in den Getreidepflanzen, enthalten im Ganzen weniger Stickstoff, als die Leguminosen, die Erbsen und der Klee.

2) Der Ertrag an Stickstoff auf einer Wiese, welche keinen stickstoffhaltigen Dünger empfängt, ist weit größer, als der eines Weizenfeldes, welches gedüngt wurde.

3) Der Ertrag an Stickstoff im Klee und in Erbsen ist weit größer, als der eines Kartoffel- und Rübenfeldes, welche auf's reichlichste gedüngt wurden.

Auf seinem Gute in Bechelbronn im Elsaß erntete Bouffingault in 5 Jahren in der Form von Kartoffeln, Weizen, Klee, weißen Rüben, Hafer

	8383 Kohlenstoff und 250,7 Stickstoff	
in den darauf folgen-		
den 5 Jahren *)	8192	284,2
in einem dritten Umlauf		
von 6 Jahren **)	10949	353,6

in 16 Jahren . . 27424 Kohlenstoff u. 858,5 Stickstoff
 oder in Summe auf 1000 Kohlenstoff 31,3 Stickstoff.

Es geht hieraus als das merkwürdigste und wichtigste Ergebnis hervor, daß, wenn wir Kartoffeln, Weizen, Rüben, Erbsen, Klee (Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen) auf einem und demselben und zwar dreimal reichlich gedüngten Felde, durcheinander gepflanzt hätten, so würden wir in sechszehn Jahren für eine gegebene Quantität Kohlenstoff dasselbe Verhältniß von Stickstoff ernten, wie auf einer Wiese, die keinen Dünger empfing.

Auf einem Morgen Wiesenlandes ernten wir nämlich in Kiesel-, Kalk- und Kalipflanzen zusammen genommen
 984 Kohlenstoff u. 32,2 Stickstoff.

Auf einem Morgen Cultur-
 land, nach einem sechszehn-
 jährigen Durchschnitt von
 Kiesel-, Kalk- und Kali-
 pflanzen 857 " 26,8 "
 Wenn wir den Kohlenstoff und Stickstoff der Blätter des

*) Runkelrüben, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Hafer, Roggen.
 **) Kartoffeln, Weizen, Klee, Weizen, Stoppelrüben, Erbsen, Roggen.

Kunkelrüben- und Kartoffelkrautes, die in dem Ertrag des Culturlandes nicht gerechnet wurden, mit in Anschlag bringen, so geht hieraus hervor, daß wir auf dem Culturlande an Kohlenstoff und Stickstoff mit aller Zufuhr von Kohlenstoff und stickstoffhaltigem Dünger nicht mehr producirt haben, als auf einer gleichen Oberfläche mit Wiesenpflanzen, denen nur mineralische Nahrungsstoffe (Bodenbestandtheile) zugeführt wurden.

Worauf beruhte nun die eigentliche Wirkung des Düngers, der festen und flüssigen Thierexcremente?

Diese Frage ist jetzt einer einfachen Lösung fähig; diese Excremente haben auf unserm Culturlande, von dem wir in der Form von Getreide und Vieh seit vielen Jahrhunderten jährlich eine gewisse Menge von Bodenbestandtheilen ausgeführt, d. h. nicht mehr zurückgebracht haben, eine ganz bestimmte Wirkung ausgeübt.

Hätten wir in den sechszehn Jahren nicht gedüngt, so würden wir nur die Hälfte oder den dritten Theil an Kohlenstoff und Stickstoff geerntet haben.

Daß wir soviel auf dieser Oberfläche producirt, wie auf der Wiese, dies verdanken wir in der That den festen und flüssigen Thierexcrementen; allein mit aller Zufuhr an diesem Dünger wurde das Feld in dem sechsten Jahr, wo wir düngten, nicht reicher an den zur Nahrung der Gewächse dienenden Bodenbestandtheilen, als es im ersten Jahre war; in dem zweiten Jahre nach der Düngung enthielt es weniger, als im ersten, und im fünften Jahr war es soweit daran erschöpft, daß wir, um eben so reiche Ernten wie im ersten Jahre zu erhalten, uns genöthigt sahen, so viel an diesen Bodenbestandtheilen wieder zuzuführen, als

wir in den vorhergehenden fünf Jahren dem Felde genommen hatten; dies geschah zweifellos durch den Dünger.

Unsere Zufuhr an Dünger bewirkte also bloß, daß unser Culturland nicht ärmer daran wurde, als der Boden einer Wiese ist, welche 25 Ctr. Heu lieferte. Wir nehmen in den Wiesenpflanzen, dem Heu, eben so viel Bodenbestandtheile jährlich hinweg, wie in einer Getreideernte und wir wissen, daß die Fruchtbarkeit der Wiese eben so abhängig ist von dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen, wie die des Culturlandes von dem Dünger. Zwei Wiesen von gleicher Oberfläche, welche ungleiche Mengen von diesen anorganischen Nahrungstoffen enthalten, sind unter gleichen Bedingungen ungleich fruchtbar. Die eine, welche mehr enthält, liefert in einer gewissen Anzahl Jahre mehr Heu, als die andere, welche ärmer daran ist.

Wenn wir der Wiese die entzogenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzen, so nimmt ihre Fruchtbarkeit ab.

Die Fruchtbarkeit derselben bleibt sich aber gleich, nicht nur, wenn wir ihr flüssige und feste Thierexcremente, nein, sie bleibt sich gleich, sie kann erhöht werden, durch die einfache Zufuhr von den Mineralsubstanzen, welche Holzpflanzen und andere Gewächse nach dem Verbrennen hinterlassen. Durch Asche stellen wir die sich vermindernde Fruchtbarkeit unserer Wiesen wieder her. Unter Asche verstehen wir aber den Inbegriff der Nahrungsmittel, welche die Vegetabilien von dem Boden empfangen. Indem wir sie auf unsere Wiesen bringen, geben wir den darauf wachsenden Pflanzen das Vermögen, Kohlenstoff und Stickstoff auf ihrer Oberfläche zu condensiren.

Sollte, so muß man fragen, die Wirkung der festen und flüssigen Excremente, welche die Asche der im Leibe der

Thiere und Menschen verbrannten Pflanzen sind, nicht auf der nämlichen Ursache beruhen?

Sollte die Fruchtbarkeit, bei gleichen physikalischen Bedingungen, nicht ganz unabhängig sein von dem zugeführten Ammoniak? Würden unsere Culturpflanzen, wenn wir den Urin abgedampft, die festen Excremente getrocknet und verbrannt, wenn wir die Salze des Urins und die Asche der festen Excremente unserm Lande zugeführt hätten, würden die darauf gebauten Culturgewächse, die Gramineen und Leguminosen nicht den Kohlenstoff und Stickstoff aus der nämlichen Quelle geschöpft und empfangen haben, aus den ihn die Gramineen und Leguminosen unserer Wiesenfelder erhielten?

Kaum kann über diese Frage ein Zweifel herrschen, wenn wir die Erfahrungen der Wissenschaft in Betracht ziehen und in Verbindung bringen mit denen der Agricultur.

Im Elfaß ist der folgende Fruchtwechsel, als der in der Praxis vortheilhafteste, im Gebrauch, er ist auf fünf Jahre berechnet, während welcher Zeit nur einmal gedüngt wird.

erstes Jahr gedüngt	zweites	drittes	viertes	fünftes	sechstes Jahr gedüngt
Kartoffeln ob. Runkelrüben.	Weizen.	Klee.	Weizen mit Brackrüben.	Hafer ob. Roggen ob. Gerste.	Kartoffeln.
Kaltpflanze	Kieselpflanze	Kalk- pflanze	Kiesel- Kalk- } pflanze	Kiesel- Kalk- } pflanze.	

Wenn wir uns nun denken, daß die Wirkung des Düngers auf seinem Ammoniak- oder Stickstoffgehalt beruhe, so ist evident, daß sie progressiv abnehmen müßte, daß der im ersten und zweiten Jahr geerntete Stickstoff mehr betragen müßte, als im vierten und fünften Jahr. Ganz mit dieser Annahme im Widerspruch stellte sich aber in der Analyse folgendes Verhältniß heraus:

erstes Jahr zweites drittes viertes fünftes J.
geernteter Stickstoff 46 — 35,4 — 84,6 — 56,0 — 28,4.

Im dritten und vierten Jahr betrug also der geerntete Stickstoff weit mehr, als im ersten und zweiten, und im fünften war seine Quantität nur um $\frac{1}{4}$ kleiner, als im zweiten. Ist es nun möglich oder denkbar, daß das Ammoniak, was wir im ersten Jahre gaben, eine flüchtige, für sich und mit dem Wasser leicht verdampfbare Substanz, daß diese im Boden im vierten Jahre in größerer Menge vorhanden war, als im ersten und zweiten, daß es noch im fünften Jahre dem Hafer die zu seinem Gedeihen nöthige Menge Stickstoff liefern konnte!?

Geben wir aber zu, daß durch den Anbau verschiedener Gewächse der Boden im fünften Jahr an dem durch eine starke Düngung zugeführten Stickstoff erschöpft wird, und vergleichen wir jetzt den Fruchtwechsel im Elsaß mit einem der fruchtbarsten Districte am Rhein, so finden wir in Bingen einen neunjährigen Umlauf, in welchem die Gewächse in folgender Ordnung aufeinander folgen:

1. Jahr (gebüngt)	2. Jahr.	3., 4., 5., 6. Jahr.	7. Jahr.	8. Jahr.	9. Jahr.
----------------------	----------	-------------------------	----------	----------	----------

Rüben. Gerste mit Luzerne. Kartoffeln. Weizen. Gerste.
Luzerne.

Sechs Jahre nach der Düngung, nach der Zufuhr von Ammoniak und stickstoffhaltigem Dünger, nach einer vierjährigen Ernte von Klee, und einer Ernte von Gerste und Rüben, gewinnt man also in Bingen dem Boden noch reiche Ernten von Kartoffeln, Weizen und Gerste ab, diese folgen zu einer Zeit auf einander, wo das gebüngte Feld im Elsaß als an Stickstoff völlig erschöpft zu betrachten ist. Ist es denkbar, daß das Ammoniak nach 8—9 Jahren dem Weizen

und der Gerste noch Stickstoff abgeben konnte? Auch dies angenommen, muß man weiter fragen: wo bekommen denn nun die Getreidfelder in Ungarn, in der Umgegend Neapels, in Sicilien, welche nie gedüngt werden, ihren Stickstoff her? Sollten wirklich für die Felder der gemäßigten Klimate andere Gesetze der Ernährung der Pflanzen herrschen, als für die warmen und heißen Gegenden?

In Virginien erntete man auf einem und demselben Felde in der Form von Weizen auf jedem Morgen im geringsten Anschlag 22 Pfd. Stickstoff, in 100 Jahren macht dies 2200 Pfund. Wenn wir uns denken, daß dieser Stickstoff von dem Felde stammt, so müßte jeder Morgen desselben in der Form von Thierexcrementen hunderttausende von Pfunden enthalten haben!!!

Die ganze Bevölkerung im Limousin lebt von süßen Kastanien und Milch, deren leichte und mühelose Gewinnung Dupin für die Ursache der dortigen so geringen Geistesentwicklung erklärt. Ohne allen Ackerbau erntet man in dieser Gegend jährlich eine ungeheure Quantität von Blutbestandtheilen, deren Stickstoff nicht vom Dünger stammen kann.

Seit Jahrhunderten erntet man in Ungarn auf einem und demselben Felde Tabak und Weizen ohne alle Zufuhr von Stickstoff. Ist es möglich, daß dieser Stickstoff von dem Boden stammt? Jedes Jahr belauben sich unsere Buchen-, Kastanien- und Eichenwälder; die Blätter, der Saft, die Eicheln, die Kastanien, die Bucheckern, die Kokosnuß, die Frucht des Brodbaumes, sind reich an Stickstoff. Dieser Stickstoff ist nicht im Boden enthalten, er wird den wildwachsenden Pflanzen durch die Hand des Menschen nicht zugeführt. Es ist unmöglich, zweifelhaft über die Quelle zu

sein, aus welcher dieser Stickstoff entspringt. Diese Quelle kann nur die Atmosphäre sein.

Gleichgültig, in welcher Form er darin enthalten ist, in welcher Form er daraus aufgenommen wird, der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen stammt zweifellos aus der Luft.

Sollten ihn die Felder Virginiens, die Felder Ungarns, sollten ihn alle unsere Culturpflanzen nicht aus der nämlichen Quelle empfangen haben und empfangen können, wie die wildwachsenden Pflanzen; sollte die Zufuhr von Stickstoff in den Thierexcrementen ganz gleichgültig gewesen sein, oder erhalten wir in der That eine der Zufuhr an Ammoniak entsprechende Menge an Blutbestandtheilen auf unseren Feldern wieder?

Diese Frage ist durch die Untersuchungen Boussingault's, welche um so werthvoller sind, da sie zu ganz andern Zwecken und in einer ganz andern Richtung von ihm angestellt wurden, auf die entscheidendste Weise gelöst.

Aus der bekannten Menge von Dünger (gewöhnlichem Stallmist), welchen Boussingault von fünf Jahren zu fünf Jahren auf seine Felder (auf 1 Hectare = 4 Morgen) brachte, so wie aus der Analyse dieses Düngers ermittelte er die Totalquantität des während der Dauer einer Rotation zugeführten Stickstoffs.

Der mit Wasser durchdrungene Stallmist wurde zu diesem Zwecke an der Luft und Sonne, sodann im luftleeren Raum bei 110° getrocknet und in diesem Zustande der Elementaranalyse unterworfen.

Es wurde sodann der durchschnittliche Ertrag an Feldfrüchten von einem Hectare (= 4 Morgen) ermittelt, der mit diesem Miste gedüngt worden war, und in allen Producten zuletzt, in dem Korn und Stroh, den Rüben, Kartoffeln,

Erbfen, Klee zc. der Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Aschengehalt, durch die Analyse festgestellt *).

Auf diese Weise war die Menge des den Feldern zugeführten und des in der Ernte gewonnenen Stickstoffs bekannt, beide Stickstoffquantitäten konnten miteinander verglichen werden. Empfangen die Pflanzen keinen Stickstoff aus der Luft, wird ihnen der Stickstoff nur in dem Dünger geliefert, so konnte der geerntete Stickstoff nicht mehr betragen als der zugeführte. Wurde mehr gewonnen, so mußte dieser Ueberschuß von einer andern Quelle geliefert worden sein, welche nur die Atmosphäre sein konnte: dies waren die Voraussetzungen, von denen Boussingault ausging.

Nach diesen Bestimmungen wurden in drei Rotationen**) gewonnen:

	in dem ersten Umlauf	in dem zweiten	in dem dritten	in 16 Jahr.
an Pfunden Stickstoff	501,4	— 508,4	— 707,2	— 1717,0
in dem Stallmist war				
zugeführt worden	406,4	— 406,4	— 487,6	— 1300,4
An Stickstoff wurde				
mehr gewonnen	95 Pfd.	— 102	— 219	— 416,6

*) Der größte Theil dieser Analysen, namentlich der Gehalt der Kartoffeln (Voelckmann), der Runkel- und weißen Rüben (Will), des Weizenstrohes (Will) an Kohlenstoff, so wie der Stickstoffgehalt der Erbfen (Roll und Zytowicki) und ihr Kohlenstoffgehalt (Playfair) wurde in dem hiesigen Laboratorium wiederholt und bis auf unbedeutende Differenzen vollkommen richtig befunden.

**)	erste Rotation	zweite	britte
1. Jahr	Kartoffeln	Runkelrüben	Kartoffeln
2. „	Weizen	Weizen	Weizen
3. „	Klee	Klee	Klee
4. „	{ Weizen Stoppelrüben	{ Weizen Stoppelrüben	{ Weizen Stoppelrüben
5. „	Safer	Safer	Erbfen
6. „	—	—	Roggen.

In den beiden ersten Rotationen war der Ueberschuß an gewonnenem Stickstoff nahe gleich, in der dritten war er doppelt so groß.

Besaß nun, so fragte Boussingault, eine jede der cultivirten Pflanzengattungen die Fähigkeit, Stickstoff aus der Luft in ihren Organismus aufzunehmen, oder kam dieses Vermögen nur einzelnen zu, hatten an diesem Ueberschuß alle Pflanzengattungen gleichen Antheil, oder wurde er von einer einzigen nur geliefert. Diese Frage schien ihm durch einen neuen Versuch entschieden zu sein. Auf einem gutgedüngten Brachfelde wurden nämlich zweimal hintereinander Getreide gebauet und an

Stickstoff geerntet 174,8 Pfd.

in dem Dünger war zugeführt worden 165,6 "

es war ein Ueberschuß gewonnen von 9,2 Pfd. Stickstoff.

Dieser Mehrertrag ist zu klein, um ihn nicht Fehlern im Versuche zuschreiben zu können. Boussingault schloß hieraus, daß die Getreidepflanzen keinen Stickstoff aus der Luft aufnehmen, daß sie nur eine der im Miste zugeführten gleichen Menge Stickstoff wieder in der Ernte zurückliefern.

Da sich nun herausgestellt hatte, daß die Menge des in einer Ernte Kartoffeln und Rüben gewonnenen Stickstoffs kaum mehr betrug, als der Stickstoffgehalt einer Ernte Weizen, so konnte auch diesen das Vermögen nicht zukommen, stickstoffhaltige Bestandtheile ohne Dünger zu produciren, und es blieb zuletzt nichts übrig, als den im Ueberschuß gewonnenen Stickstoff dem Klee zuzuschreiben. Dies erklärt auch, so meinte Boussingault, warum in der dritten Rotation der Ueberschuß doppelt soviel betrug, als in einer der vorhergehenden, denn man wird bemerken, daß in dieser dritten eine

sechste Frucht eingeschoben wurde, die zur nämlichen Familie, wie der Klee, gehört.

Wenn also in diesen drei Umläufen kein Klee und keine Erbsen, sondern eine Frucht von einer andern Familie gebaut worden wäre, so würde man nur eine dem im Dünger zugeführten Stickstoff gleiche Menge geerntet haben. Nur die Leguminosen besitzen das Vermögen, so schließt Boussingault, Stickstoff in irgend einer Form als Nahrung aus der Luft aufzusaugen, den anderen Culturpflanzen geht diese Fähigkeit ab. Daher denn die große Wichtigkeit, die Boussingault dem stickstoffhaltigen Dünger zuschreibt, er besitzt nach ihm nur einen seinem Stickstoffgehalt proportionalen Handelswerth; alle diese Schlüsse sind vollkommen falsch, denn es würde ja daraus gefolgert werden müssen, daß ohne Zufuhr von stickstoffhaltigem Dünger die Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen, die nicht zur Familie der Leguminosen gehören, gar keinen Ertrag an Stickstoff geliefert haben würden.

Die Schlüsse von Boussingault sind aber nicht nur unrichtig in Beziehung auf die Anwendungen, die er davon auf die Agricultur macht, sie sind auch in der Methode nicht richtig: der Dünger nämlich wurde den Feldern gar nicht in der Form gegeben, in welcher er analysirt worden war.

Nehmen wir an, daß der Dünger, den er auf seine Felder brachte, den nämlichen Zustand besaß, in welchem er analysirt worden war (bei 110° im luftleeren Raume getrocknet), so empfangen diese Felder in diesem Dünger in 16 Jahren 1300 Pfd. Stickstoff; allein dieser Dünger wurde ja nicht wasserfrei, sondern im natürlich feuchten Zustande mit Wasser durchbrungen gegeben; und beim Trocknen entweicht ja, wie wir wissen, aller Stickstoff, der in den Thierexcrementen in der Form von flüchtigem kohlensauren Ammoniak enthal-

ten ist. Der Stickstoff im Harn, der sich durch die Fäulniß in kohlen-saures Ammoniak verwandelt hatte, ist in diesen 1300 Pfd. nicht in Rechnung gebracht.

Die an der Luft getrocknete Poudrette verliert bei 110° die Hälfte des ganzen darin enthaltenen Stickstoffgehaltes in der Form von kohlen-saurem Ammoniak; der gewöhnliche Stallmist, welcher 79 — 80 p. c Wasser enthält, muß im geringsten Fall dreimal soviel Stickstoff als Ammoniak abgeben, als er bei 110° im luftleeren Raume zurückbehält. Nehmen wir aber an, daß er nur halb so viel betrug, als der in den getrockneten Excrementen, so wurden seinem Felde in 16 Jahren 1950 Pfd. Stickstoff zugeführt.

In sechs-zehn Jahren wurden aber in der Form von Korn, Stroh und Wurzelgewächsen nur 1517 Pfund Stickstoff darauf geerntet, 433 Pfd. weniger also, als überhaupt zugeführt wurde. Weder die Gramineen noch die Leguminosen würden hiernach, dies allein kann hieraus gefolgert werden, die Fähigkeit haben, die stickstoffhaltigen Blutbestandtheile ohne Dünger zu produciren. Wo bekommen denn nun aber die Gramineen und Leguminosen, die Kali-, Kalk- und Kieselpflanzen unserer Wiesen den Stickstoff her, den sie in der Form von Blutbestandtheilen enthalten, den wir als Heu, als Milch und Fleisch darauf ernten. Während der Zeit, wo das Culturland nicht mehr Stickstoff uns lieferte, als wir im Dünger zugeführt hatten, producirte die gleiche Fläche Wiese (4 Morgen Land = 1 Hectare) in 100 Ctr. Heu 2060 Pfd. Stickstoff. Diesen Ertrag können wir auf Feldern ernten, welche nicht die kleinste Menge Stickstoff künstlich zugeführt erhalten?

Jedermann weiß, daß in dem holzarmen Aegypten die

Excremente der Thiere getrocknet das Hauptbrennmaterial ausmachen, daß Europa Jahrhunderte lang den Sticksstoff aus dem Ruß dieser Excremente in der Form von Salmiak zugeführt erhielt, bis in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts Gravenhorst in Braunschweig die Salmiakfabrikation entdeckte.

Außer den nicht flüchtigen, den Aschenbestandtheilen dieser Excremente, empfangen die Felder im Niltthale keinen thierischen Dünger und dennoch sind sie seit Perioden, die weiter als unsere Geschichte reichen, durch ihre Fruchtbarkeit sprüchwörtlich geworden, und diese Fruchtbarkeit ist noch heute so bewundernswürdig, wie sie in den frühesten Zeiten war. Diese Felder empfangen in dem Schlamm des übergetretenen Nils, jedes Jahr einen neuen, durch jahrtausendjährige Cultur noch nicht erschöpften Boden, durch den die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt werden. Der Schlamm des Nils enthält so wenig Sticksstoff, als der Schlamm der Schweizeralpen, der bei Rheinüberschwemmungen unsere Felder befruchtet.

Welche ungeheure Lager von stickstoffhaltigen thierischen und vegetabilischen Stoffen müßten in der That die Hochgebirge Afrika's, in Höhen besitzen, welche über die Schneegrenze reichen, wo kein Vogel, kein Thier aus Mangel an aller Vegetation mehr Nahrung findet.

Wir wissen, daß der Käse von den Pflanzen stammt, welche den Rähnen zur Nahrung gebient haben. Die Weisenpflanzen Hollands empfangen den Sticksstoff, der im Käse enthalten ist, aus derselben Quelle, wie bei uns, sie erhalten ihn aus der Luft. Tag und Nacht bleiben die Milchkühe in Holland auf der Weide, alle Salze, welche das Futter enthielt, bleiben in der Form von Urin und festen Excrementen

auf den Feldern, nur eine verhältnißmäßig sehr kleine Quantität wird in dem Käse ausgeführt.

Der Zustand der Fruchtbarkeit dieser Wiesen kann sich demnach so wenig ändern, wie der unserer Felder, die zwar nicht beweidet werden, denen wir aber den größten Theil der entzogenen Bodenbestandtheile in der Form von Dünger wieder ersetzen.

In den Käsebezirken Hollands bleiben diese Bodenbestandtheile auf den Wiesen zurück; in unseren landwirthschaftlichen Anstalten sammeln wir diese Bodenbestandtheile zu Hause und führen sie von Zeit zu Zeit unseren Feldern wieder zu.

Der Stickstoff des Harns, der festen Excremente der Kühe stammt von den Wiesenpflanzen Hollands, die ihn aus der Luft empfangen, aus der nämlichen Quelle stammt der Stickstoff aller Käseforten, die in Holland, die in der Schweiz und in anderen Ländern gewonnen werden.

Seit Jahrhunderten haben die holländischen Wiesenfelder Millionen Ctr. Käse producirt, jedes Jahr werden tausende von Centnern Käse aus diesem Lande ausgeführt und diese Ausfuhr vermindert in keiner Weise die Ertragsfähigkeit dieser Wiesen, obwohl sie niemals mehr Stickstoff empfangen können, als wie sie schon enthalten.

Es ist hiernach vollkommen gewiß, daß der Ertrag unserer Felder an Stickstoff nicht im Verhältniß zu der im Dünger zugeführten Stickstoffmenge steigt, daß unsere Felder durch die Ausfuhr stickstoffreicher Producte nicht erschöpfbar sind, eben weil es nicht der Boden, sondern die Atmosphäre ist, welche den Vegetabilien den Stickstoff liefert; daß wir durch Zufuhr stickstoffreicher Dünger, durch Ammoniaksalze allein, die Fruchtbarkeit der Felder, ihre Ertragsfähigkeit, nicht

zu steigern vermögen, daß hingegen ihr Productionsvermögen in geradem Verhältniß mit den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungstoffen steigt oder abnimmt.

Die Bildung der Blutbestandtheile, der stickstoffhaltigen Bestandtheile in unseren Culturpflanzen ist an die Gegenwart gewisser Materien geknüpft, welche der Boden enthält; fehlen diese Bodenbestandtheile, so wird auch bei der reichlichsten Zufuhr kein Stickstoff assimilirt; das Ammoniak in den thierischen Excrementen übt nur deshalb die günstige Wirkung aus, weil es begleitet ist von den zu seinem Uebergang in Blutbestandtheile nöthigen anderen Stoffen. Geben wir dem Felde diese anderen Bedingungen mit dem Ammoniak, so wird es assimilirt; fehlt aber dieses Ammoniak, so schöpft die Pflanze den Stickstoff aus der Luft, aus einer Quelle, in der sich der Abgang von selbst, durch die Fäulniß und Verwesung der gestorbenen Thier- und Pflanzenleiber, wieder ersetzt.

Das Ammoniak beschleunigt und befördert das Wachstum der Pflanzen auf allen Bodenarten, in welchen die Bedingungen seiner Assimilation sich vereinigt vorfinden; es ist aber völlig wirkungslos in Beziehung auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, wenn diese Bedingungen fehlen.

Wir können uns denken, daß das Asparagin der wirksame Bestandtheil der Spargel- und Althäwurzel, daß die stickstoff- und schwefelreichen Bestandtheile des Senffamens und aller Cruciferen erzeugbar sind ohne alle Mitwirkung der Bodenbestandtheile. Wären aber die organischen Blutbestandtheile in den Pflanzen erzeugbar, könnten sie gebildet werden auch ohne die Mitwirkung der anorganischen Blutbestandtheile, ohne Kali, Natron, phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk, so würden sie für uns, für die

Thiere; welche auf die Pflanzennahrung angewiesen sind, dennoch keinen Nutzen haben, sie würden den Zweck, zu dem sie die Weisheit des Schöpfers bestimmt hat, nicht erfüllen. Ohne die Alkalien, die phosphorsauren Salze, kann sich kein Blut, keine Milch, keine Muskelfaser bilden, ohne den phosphorsauren Kalk allein würden wir Pferde, Ochsen und Schaafe, vielleicht aber ohne Knochen haben.

In dem Harn und den festen Excrementen der Thiere, in dem Guano, führen wir Ammoniak und damit Stickstoff unserer Culturpflanzen zu, dieser Stickstoff ist begleitet von allen mineralischen Nahrungstoffen, und zwar genau in dem nämlichen Verhältnisse, wie beide in den Pflanzen, die den Thieren zur Nahrung dienen, enthalten waren, oder was das nämliche ist, in dem Verhältnisse, in welchem beide von einer neuen Generation von Pflanzen verwendbar sind.

Die Wirkung der künstlichen Zufuhr von Ammoniak, als der Stickstoffquelle, beschränkt sich also ähnlich, wie die des Humus als einer Kohlensäurequelle, auf das Moment der Zeit, auf eine in einer gegebenen Zeit beschleunigte Entwicklung unserer Culturpflanzen. In der Form von Thier- und Menschenexcrementen zugeführt, steigern wir durch das Ammoniak den Gehalt unserer Culturpflanzen an Blutbestandtheilen, eine Wirkung, welche das kohlen- und schwefelsaure Ammoniak für sich allein nie besitzt.

Zur Vermeidung von jedem Mißverständniß muß wiederholt darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vorangegangene Auseinandersetzung in keiner Weise mit der Wirkung des künstlich zugeführten Ammoniaks oder der Ammoniaksalze in Widerspruch steht. Das Ammoniak ist und bleibt stets die Quelle alles Stickstoffs für die Pflanzen, seine Zufuhr ist nie nachtheilig, immer nützlich, für gewisse Zwecke durchaus unent-

behrlich, allein es ist für die Agricultur von der größten Wichtigkeit, mit Bestimmtheit zu wissen, daß die Zufuhr von Ammoniak für die meisten Culturgewächse unnöthig und überflüssig sei, daß der Werth eines Düngers, wie in Frankreich und Deutschland als festgesetzte Regel gilt, nicht beurtheilt werden darf, nach seinem Stickstoffgehalt, daß er diesem Stickstoffgehalt nicht proportional ist.

Durch die genaue Bestimmung der Aschenmenge der Culturpflanzen, die sich auf dem verschiedensten Boden entwickelt haben, so wie durch ihre Analyse, werden wir erfahren, welche Bestandtheile in der nämlichen Pflanze wechseln und welche constant sind. Wir werden zu einer genauen Kenntniß der Summe aller Bestandtheile gelangen, die wir in verschiedenen Ernten dem Boden nehmen.

Der Landwirth wird damit in Stand gesetzt sein, ähnlich wie in einer wohl eingerichteten Manufactur, ein Buch zu führen über einen jeden seiner Aecker, mit Genauigkeit voraus zu bestimmen, welche Stoffe und in welcher Menge er sie hinzuführen muß, um den Acker, je nach der Menge der geernteten Frucht in seinen ursprünglichen Zustand der Fruchtbarkeit zurückzusetzen; er wird genau in Pfunden auszudrücken wissen, wie viel er von dem einen oder andern Bodenbestandtheil zu geben hat, um seine Fruchtbarkeit für gewisse Pflanzengattungen zu steigern.

Diese Untersuchungen sind ein Bedürfniß unserer Zeit, wir werden durch den vereinigten Fleiß der Chemiker aller Länder in wenigen Jahren der Lösung dieser Aufgaben entgegensehen können und mit Hülfe erleuchteter Landwirthe zu einem rationellen, in seinen Grundfesten unerschütterlichen System der Land- und Feldwirthschaft für alle Länder und alle Bodenarten gelangen.

U n h a n g.

Die Quellen des Ammoniafs.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß mit der Erscheinung von Thieren auf der Oberfläche der Erde, die Mittel zu ihrer Erhaltung und Vermehrung, daß mithin Pflanzen vorhanden waren, die ihnen zur Nahrung dienen konnten; es muß uns als nicht minder nothwendig erscheinen, daß mit der Entstehung der Pflanzenwelt alle Bedingungen der Aeußerung des vegetabilischen Lebens sich im Boden und der Atmosphäre fertig gebildet und in hinreichender Menge befanden. Mit derselben Bestimmtheit, mit welcher wir die Gegenwart einer Kohlenstoffverbindung voraussetzen, die ihnen den Kohlenstoff lieferte, müssen wir die gleichzeitige Existenz einer Stickstoffverbindung für unbestreitbar gewiß halten, die ihnen noch heute den Stickstoff liefert.

Geben wir den Standpunkt der Naturforschung auf, so können wir a priori nach Willkür und Neigung das Bestehen von anderen Kohlenstoffverbindungen, welche Antheil an dem Lebensproceß der Pflanze zu nehmen vermögen, für wahrscheinlich halten, allein wenn wir deren Standpunkt

nicht verlassen wollen, so existiren diese hypothetischen Kohlenstoffquellen für uns nicht, entweder weil sie uns gänzlich unbekannt oder zweifelhaft sind.

Dasselbe muß in Beziehung auf den Stickstoff als eine Wahrheit angenommen werden. Die Naturforschung kennt in diesem Augenblick, außer dem Ammoniak, keine andere Stickstoffverbindung, die, überall, an allen Punkten der Erde den wildwachsenden Pflanzen den Stickstoff zu liefern vermöchte. Keine andere ist jemals bei den Culturpflanzen von irgend einem Naturforscher, selbst nur als eine hypothetische Verbindung mit einem Namen bezeichnet worden und so lange nicht eine zweite Quelle des Stickstoffs aufgefunden ist, muß das Ammoniak in der Naturforschung als die einzige angesehen werden.

Ist nun, so kann man fragen, die Quantität des Ammoniaks, was wir in der Atmosphäre, in der Form von Pflanzen und Thieren als eine begrenzte Größe annehmen wollen, keiner Zunahme fähig? kennt man nicht Quellen von Ammoniak, wodurch das Vorhandene vermehrt wird? Diese Frage läßt sich in einer zweiten wiedergeben. Ob nämlich unzweideutige Thatsachen für die Meinung vorliegen, daß der Stickstoff der Luft die Fähigkeit besitzt, unter irgend einer Bedingung die Form des Ammoniaks, oder einer andern Stickstoffverbindung anzunehmen? Außer dem Ammoniak und der Salpetersäure kennen wir keine andere. Stickstoffverbindungen bis auf die, welche in Pflanzen und Thieren vorkommen, oder solche, die mit ihrer Hülfe darstellbar, das heißt, daraus abgeleitet sind. Der Stickstoff existirt neben diesen nur in der Form des Gases, was wir als einen Hauptbestandtheil der Luft betrachten.

Der Mangel an Kenntniß der eigentlichen Quelle des

Stickstoffs für die Pflanzen hat die Naturforscher schon sehr frühe zu der Meinung verleitet, daß sie die Fähigkeit besitzen müßten, den Stickstoff der Luft in irgend einer Weise in ihrem Lebensproceß sich anzueignen. In der That blieb, so lange das Ammoniak als Bestandtheil der Luft nicht aufgefunden war, kaum ein Grund, an diesem Vermögen der Pflanze zu zweifeln, wo sollte sonst die wildwachsende Pflanze den Stickstoff ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile hergenommen haben!

Man kannte und betrachtete aber das Ammoniak nur als ein Product der Zerstörung und Zerlegung der Organismen. Die Erzeugung und Bildung des Ammoniaks setzte das Vorhandensein von Pflanzen oder Thieren voraus. Daher denn zwei Ansichten über den Ursprung des Ammoniaks, über deren Richtigkeit eben so wenig ein entscheidender Beweis geführt werden kann, wie über die Frage, ob das Huhn vor dem Ei, oder das Ei vor dem Huhn vorhanden war, ob das Wasser als Wasserstoff und Sauerstoff oder als Wasser geschaffen worden ist. Wir haben Gründe genug zu glauben, daß der Thierwelt eine Pflanzenwelt voranging, wir nehmen an, daß vor der Pflanze die Bedingungen ihres Lebens und ihrer Vermehrung vorhanden waren, daß also damals wie jetzt das Ammoniak einen Bestandtheil der Luft ausmachte, und die Zerstörung der Pflanze der Erzeugung von Ammoniak nicht vorausging. Es ist nun klar, daß wenn die nämlichen Ursachen noch fortwirken, welche vor dem Beginn des Pflanzenlebens die Bildung des Ammoniaks vermittelten, wenn ihre Wirkung einen Uebergang von gasförmigem Stickstoff in Ammoniak zur Folge hätten, so müßte noch heute, in jedem Zeitmomente, Ammoniak gebildet und die Summe des Vorhandenen dadurch vergrößert werden. Es liegt in der Natur

des menschlichen Geistes, sich Fragen dieser Art zur Aufgabe zu stellen, selbst wenn die Hoffnung, sie zu lösen, noch so klein ist. Wir wissen, daß die feste Erdrinde aus Verbindungen von Sauerstoff mit Metallen oder anderen Radicales besteht, und es scheint die Ansicht ganz zulässig, daß Kiesel-erde aus Kiesel und Sauerstoff, Eisenoxyd aus Eisen und Sauerstoff und demzufolge Magnesia und Kali aus Sauerstoff, Magnesium und Kalium entstanden sind, und dennoch ist es völlig unmöglich, eine Ursache zu bezeichnen, welche vor der Zeit, wo die Verbindung vor sich ging, den Sauerstoff hinderte, sich mit Kalium oder Magnesium zu vereinigen. Gab es, kann man fragen, eine Zeit, wo alle einzelnen Elemente in einem Chaos neben einander schwammen, wo sie keine Art von Verwandtschaft zu einander hatten? In welchem Zustande befand sich damals das Chlor des Kochsalzes, der Kohlenstoff der Kohlensäure? Man bemerkt leicht, daß es über Fragen, welche den ursprünglichen Zustand der Materie berühren, keine Antwort giebt, und wenn wir über den Ursprung des Ammoniaks nicht mehr zu erfahren vermögen, als wir über die Bildung dieser anderen auf der Erde vorkommenden Verbindungen wissen, so muß man sich schon damit zufrieden geben, daß diese Fragen überhaupt nicht lösbar sind oder vielleicht erst in einer zukünftigen Zeit lösbar werden.

Die Eisenerze in dem Urgebirge Südamerika's (Boussingault) und Schwedens (Berzelius), alle bis jetzt untersuchten Eisenerze geben beim Glühen eine gewisse Menge Wasser von nachweisbarem Ammoniakgehalt. Woher stammt dieses Ammoniak? Nach der Erklärungsweise des Aristoteles erklärte man sich diesen Ammoniakgehalt der Eisenerze auf eine anscheinend befriedigende Weise.

Das Wasser ist, so nimmt man an, die einzige in der anorganischen Natur vorkommende Wasserstoffverbindung, die anderen sind Producte von Zersetzungsprocessen, denen das Wasser den Wasserstoff liefert.

Das Ammoniak ist entstanden ähnlich wie die anderen Wasserstoffverbindungen, das Eisenerz war früher Eisen, lassen wir es entstehen durch Drydation des Eisens auf Kosten des Sauerstoffs im Wasser, so haben wir auf der einen Seite Eisenoryd, auf der andern eine Quelle von Wasserstoffgas. Wenn wir uns nun denken, daß Wasserstoffgas im Moment des Freiwerdens in Berührung mit Stickgas, was sich im Zustand der Auflösung im Wasser befindet, sich damit verbindet, so haben wir ja Ammoniak, was mit dem Eisenoryde in Verbindung bleibt.

Es ist klar, daß wenn mit einiger Wahrscheinlichkeit die Entstehung der Eisenoryde auf nassem Wege durch Drydation auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers, ermittelt wäre, wenn wir mit Bestimmtheit wüßten, daß das Stickgas der Luft mit Wasserstoffgas im Entstehungsmomente sich vereinigen ließe, so wäre diese Erklärung des Ammoniakgehaltes der Eisenerze völlig genügend, und es ließe sich denken, wenn auch die Bildung des Ammoniaks unter den früheren Bedingungen, wo die Eisenerze entstanden, jetzt eine Grenze hat, daß bei Vereinigung von gleichen oder ähnlichen Bedingungen sie noch fortdauern kann.

Was nun die Zerlegung des Wassers durch Eisen im besondern betrifft, so findet sie unter Umständen Statt, welche die gleichzeitige Entstehung von Ammoniak auszuschließen scheinen.

Bei gewöhnlicher Temperatur findet keine Zerlegung des Wassers durch Eisen Statt und in höherer Temperatur, beim

Sieden des Wassers, bleibt in diesem kein Stickgas in Auflösung zurück. Treiben wir ein Gemenge von Wasserdampf mit Stickgas über rothglühende Eisenspäne, so erhalten wir das Stickgas unverändert wieder, wiewohl gemengt mit Wasserstoffgas. Daß sich in diesem Fall kein Ammoniak erzeugen kann, erklärt sich leicht, da Ammoniakgas in Berührung mit metallischem Eisen in der Hitze in seine Bestandtheile zerfällt.

Bei Berührung von aufgeschlämmtem Eisenoxydhydrat mit feinertheiltem metallischen Eisen, tritt übrigens schon bei wenig erhöhter Temperatur eine Wasserzersezung, und damit eine Wasserstoffentwicklung ein, indem sich Eisenoxyduloryd (das Dryd des Magneteisensteins) bildet. Da das Eisenoxydhydrat hier ähnlich wirkt, wie eine Säure, so müßten wir in diesem Fall und überhaupt überall, wo Metalle unter Wasserstoffgasentwicklung in Säuren gelöst werden, in der Auflösung ein Ammoniaksalz erhalten.

Bis jetzt konnte aber die Gegenwart von gebildetem Ammoniak unter diesen Umständen nicht dargethan werden und es ist aus den Versuchen über die Zerlegung des Wassers durch einen elektrischen Strom mit Zuverlässigkeit ermittelt, daß das aus lufthaltigem Wasser entwickelte Wasserstoffgas stets eine gewisse Menge Stickgas enthält, was sich nicht entwickeln dürfte, wenn es mit dem freierwerbenden Wasserstoffgase Ammoniak zu bilden vermöchte.

Man hat als einen evidenten Beweis der Ammoniakbildung aus dem Stickstoff der Luft die Erfahrung betrachtet, daß das Eisenoryd, was sich beim Roosten des Eisens in der Luft bildet, stets eine gewisse Menge Ammoniak enthält, allein die Luft enthält Ammoniak, was zum Eisenoryde eine beträchtliche Verwandtschaft besitzt. Marshal Hall hat die

Unrichtigkeit der Ansicht, daß hierbei Wasser zerlegt werde, schon dargethan und besonders zu diesem Zwecke in dem hiesigen Laboratorium angestellte Versuche haben bewiesen, daß wenn die Luft, ehe sie mit dem rostenden Eisen in Berührung kommt, durch eine Röhre mit concentrirter Schwefelsäure geleitet und damit von ihrem Ammoniakgehalt befreit wird, daß das sich bildende Dryd keine Spur von Ammoniak enthält.

Braconnot hat (Annal. de chim. et de phys. Tom. LXVII. p 104 u. ff.) gezeigt, daß die meisten Basalte, der Trapp, Granit von Rochepon, von Bresse, Syenit, Amphibole, der Wafit (eine Lava), der Basalt von Bedon, Quarz von Gerordine, Pegmatit und eine Menge anderer Felsarten bei trockner Destillation Wasser geben, welches deutlich Ammoniak enthält.

Diese Thatsachen lassen sich durch die Interpretation, die man dem Ammoniakgehalt der Eisenerze unterlegt hat, nicht erklären und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß das Ammoniak in beiden einerlei Ursprung hat, obwohl es durch Drydation des Eisens nicht entstehen kann.

Die Frage, ob überhaupt der Stickstoff der Luft die Fähigkeit hat, mit Wasserstoffgas in dem Momente, wo es aus Wasser frei wird, sich zu Ammoniak zu vereinigen, ist in der neuesten Zeit, wiewohl eines ganz andern Zweckes wegen, zu einem Gegenstand sehr genauer Versuche gemacht worden.

Die Herren Will und Barrentrapp wandten nämlich die bekannte Erfahrung, daß sich der Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen beim Glühen mit Kalihydrat als Ammoniak entwickelt, zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffs in der organischen Analyse an. Mittelft einer Säure gebunden und in die Form des sogenannten Platinsalmiaks gebracht,

läßt sich das erzeugte Ammoniak mit Leichtigkeit wiegen und aus seiner bekannten Zusammensetzung der Stickstoffgehalt berechnen. Eine große Menge Analysen von Stickstoffverbindungen, deren Stickstoffgehalt genau bekannt war, zeigten, daß dieses Verfahren ihrer Absicht vollkommen entsprach, bis einige Zeit darauf von Reiset Versuche bekannt gemacht wurden, wonach auch mit stickstofffreien Substanzen, Zucker z. B., mit Hülfe dieses Verfahrens Ammoniak erhalten wurde, mit Materien, in denen der Stickstoff als Bestandtheil fehlt; er glaubte annehmen zu müssen, daß der Stickstoffgehalt der Luft, welche in den Poren der Mischung enthalten war, die Ursache dieser Ammoniakbildung sei und daß mithin, da diese Luft nicht ausgeschlossen werden kann, dieser Umstand die Analysirmethode ungenau und verwerflich mache.

Neue und mit aller Sorgfalt von Will wiederholte Versuche zeigen, daß in der That unter Umständen, welche denen ähnlich sind, die schon früher von Faraday beobachtet wurden, auch mit stickstofffreien Materien, wenn sie mit Kali geglüht werden, Ammoniak erhalten wird, daß aber beim Ausschluß derselben, Stickgas mit Wasserstoff im Momente seines Freiwerdens keine Verbindung eingeht, daß aus beiden kein Ammoniak gebildet werden kann.

Die bewundernswürdigen Versuche von Faraday (Quarterly Journ. of Science T. XIX. p. 16) beweisen, daß in allen den Fällen, wo beim Glühen von Kalihydrat mit stickstofffreien Substanzen Ammoniak erhalten wurde, dieses Ammoniak fertig gebildet in der Substanz oder im Kalihydrat sich befand. Es giebt keine Beobachtungen, welche überzeugender für die außerordentliche Verbreitung des Ammoniaks sind, dessen Gegenwart sich überall zu erkennen giebt, wo sich atmosphärische Luft befindet.

Zur richtigen Beurtheilung der Versuche von Faraday, halte ich es für wichtig genug, sie hier ausführlich auseinanderzusetzen.

Nachdem nämlich Faraday beobachtet hatte, daß Holzfaser, Leinwand, oxalsaures Kali und eine Menge anderer stickstofffreien Materien mit Kali, Natron, Kalkhydrat u. dergleichen erhitzt Ammoniak entwickelten, suchte er die Bedingungen, unter welchen Ammoniakbildung eintritt, auszumitteln; er suchte sie zuerst in den Alkalien. Kalihydrat aus Potasche, aus Weinstein, aus Kalium dargestellt, verhielt sich völlig gleich. Die organischen Substanzen für sich erhitzt, geben auf Curcuma keine Reaction auf Ammoniak, mit den Alkalien zusammen geglüht, tritt hingegen Ammoniakbildung ein.

Es lag ganz nahe, dem Stickstoffgehalt der Luft, welche die Substanzen umgab, einen Antheil an der Ammoniakbildung zuzuschreiben, so wenig wahrscheinlich dies auch schien, da die Luft bekanntlich Sauerstoff enthält, von dem man niemals beobachtet hatte, daß er unter diesen Umständen eine Verbindung mit dem freigewordenen Wasserstoff eingeht, obwohl seine Verwandtschaft zum Wasserstoff unendlich größer ist, als die des Stickstoffes.

Der Voraussetzung nach würde der Stickstoff der Luft mit Wasserstoff aus zerlegtem Wasser Ammoniak gebildet haben müssen, neben Sauerstoffgas, was zum Wasserstoff eine weit größere Anziehung besitzt.

Die Versuche wurden in einer Atmosphäre von reinem Wasserstoff wiederholt, aus Wasser bereitet, was durch lange anhaltendes Kochen von aller Luft vorher befreit war.

Aber auch in diesem Fall, wo alles Stickgas ausgeschlossen war, blieb die Ammoniakbildung nicht aus, es mußte demnach eine unbekannte Ursache der Ammoniakbildung geben,

und dies war denn auch der Schluß, den Faraday aus seinen Versuchen zog.

Jetzt, wo man weiß, daß das Ammoniak ein Bestandtheil der Luft, daß es wie diese allgegenwärtig, daß das Ammoniakgas ein coercibles Gas ist, was an der Oberfläche von festen Körpern in weit größerer Menge wie Luft condensirt wird, wo man weiß, daß es in destillirtem Wasser stets vorhanden ist, erklären sich diese und die anderen noch weit unbegreiflicheren Versuche Faraday's auf eine höchst einfache Weise.

Feiner glänzender Eisendraht in schmelzendes Kalihydrat gebracht, veranlaßte die Entwicklung von Ammoniak, aber sie hört bald auf, die Einführung einer zweiten Portion von glänzendem Draht bewirkt eine neue Ammoniakentwicklung (Faraday).

Zink in schmelzendem Kalihydrat bewirkt sogleich eine Entwicklung von Ammoniak und Wasserstoffgas, aber obwohl die Bedingungen der möglichen Bildung fortbauern (Zink, Luft und freierwerbender Wasserstoff), die erzeugte Menge Ammoniak nimmt nicht zu; durch Zusatz von frischem Zink oder Kalihydrat wird aber eine neue Menge Ammoniak bemerkbar.

Etwas Kali und Zink wurden zusammen erhitzt, ein Theil davon in eine Flasche gethan, die man sogleich verschloß, ein anderer Theil wurde in Wasser gelöst, die klare Auflösung eingetrocknet und 24 Stunden bei Seite gestellt. Nach Verlauf dieser Zeit gab die erste Portion nur zweifelhafte Spuren von Ammoniak. Die andere gab sehr deutliche Beweise von seiner Gegenwart, anscheinend als habe sie die Substanz, welche die Quelle von Ammoniak war, während der Operation aus der Luft aufgenommen (Faraday).

Weißer Thon von Cornwallis, welcher rothglühend gemacht und darauf eine Woche der Luft ausgesetzt ward, gab reichlich Ammoniak, wenn man ihn in einer Röhre erhitzte. In gut verstopften Flaschen nach dem Glühen aufbewahrt, ward dieser Effect nicht erzeugt.

Die unzweifelhaftesten Beobachtungen, daß das in allen diesen Fällen erhaltene Ammoniak aus der Atmosphäre stammt und an der Oberfläche dieser Materien condensirt war, sind folgende (Faraday).

Meeresand wurde in einem Tiegel glühend gemacht und auf einer Kupferplatte erkalten lassen; 12 Gran davon wurden in eine reine Glasröhre gebracht und eine gleiche Menge auf die Hand geschüttet, einige Augenblicke darauf gelassen, mit dem Finger umgerührt, sodann mittelst eines Platinbleches in eine zweite Röhre mit der Vorsicht gebracht, keine andere thierische Substanz anderweitig mit den Sandkörnern in Berührung zu bringen (Faraday).

Als die erste Röhre erhitzt wurde, gab sie mit Curcumapapier kein Zeichen von Ammoniak, wohl aber die zweite in sehr entscheidender Menge. Zur Vorsicht wurden in allen diesen Versuchen die angewandten Glasröhren nicht mit Tuch oder Berg gereinigt, sondern ungebrauchte Röhren genommen, die man zum Rothglühen in einem Luftstrom vorher erhitzte (Faraday).

Eine Portion Asbest rothglühend gemacht und mit einer metallnen Zange in eine Röhre gebracht, gab beim Erhitzen kein Ammoniak, hingegen eine andere Portion, die nur mit dem Finger zusammengebrückt war, sogleich Ammoniak lieferte, als man sie in einer Röhre erhitzte (Faraday).

Wir wissen nun, daß die Oberhaut Ammoniak ausdunstet, daß der Schweiß stets Ammoniaksalze enthält, und nichts

kann gewisser sein, als daß in den letztbeschriebenen Versuchen das Ammoniak, ähnlich wie bei dem gebrannten Thon, welcher der Luft ausgesetzt gewesen war, an der Oberfläche des Sandes oder des Asbestes condensirt sich befand.

Diese Versuche erklären den Ammoniakgehalt der Ackerkrume, in denen Pflanzen- und Thierstoffe völlig fehlen, so wie die Salpeterbildungen in Erdmischungen, welche verwesende Pflanzenstoffe enthalten, auf eine ungezwungene Weise.

Alle Beobachtungen vereinigen sich demnach in unserer gegenwärtigen Zeit zu dem Schlusse, daß der Stickstoff der Luft nicht die Fähigkeit besitzt, in Ammoniak verwandelt zu werden, daß wir demnach, welche Gründe wir auch für die Wahrscheinlichkeit dieses Ueberganges haben mögen, keineswegs berechtigt sind, die Meinung, daß ein Theil des Stickstoffs der Pflanzen aus dieser Quelle stammt, zu einem Principe zu erheben, eine Hypothese, der Alles widerspricht, was an positiven Thatfachen bis jetzt zu unserer Kenntniß gelangt ist.

Alle Versuche, welche zu beweisen scheinen, daß Stickstoff aus der Luft in dem Organismus gewisser Pflanzen fixirt werde, daß namentlich Erbsen und Bohnen, welche in einem von animalischen Materien völlig freien Boden vegetirten, das Vermögen besitzen müßten, sich Stickstoff aus der Atmosphäre anzueignen, können jetzt, wo man weiß, daß die Luft als constanten Bestandtheil Ammoniak enthält, nicht die geringste Geltung mehr haben. Wenn man zuletzt erwägt, daß alle diese Versuche in Umgebungen angestellt sind, wo die Atmosphäre weit reicher war an Ammoniak, als in freiem Felde, daß diese Pflanzen mit destillirtem Wasser begossen wurden, was aus Brunnenwasser gewonnen, eine weit größere Menge ohlensaures Ammoniak ent-

hält, als das Regenwasser, so liegt kein Grund vor, die Vergrößerung des Stickstoffgehaltes in den Samen, Blättern und Stengeln, einer andern Quelle zuzuschreiben, die man nur geschaffen und erfunden hat, weil der Ammoniakgehalt des Wassers und der Luft damals nicht beachtet war, und jeder Anhaltspunkt zu einer richtigeren Erklärung gefehlt hätte.

Die Beobachtungen der Chemie haben dargethan, daß das Ammoniak nicht bloß ein Product der Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Stoffe, sondern in vielen chemischen Processen erzeugbar ist, wenn dem Stickstoff stickstoffhaltiger Verbindungen in dem Momente seiner Abscheidung Wasserstoff dargeboten wird, mit dem er sich zu Ammoniak in diesem Fall vereinigt.

Zusammengesetzte stickstoffhaltige Gase (Cyanogas, Stickoxyd, Stickoxydulgas u.), wenn sie mit Wasserstoffgas gemengt über glühenden Platinschwamm (Ruhmann) oder über Eisenoxyd (Reiset) geleitet werden, verwandeln sich in Ammoniak.

Leitet man Wasserdampf über glühende stickstoffhaltige Holzkohle, so erhält man unter andern Producten Blausäure, welche durch Alkalien in Ammoniak und eine Ameisensäure übergeführt werden kann.

Der Stickstoff der Salpetersäure mit Wasserstoff im Entstehungsmomente in Berührung, bei Auflösung des Zinns oder beim Schmelzen von salpetersauren Salzen mit Kalihydrat und organischen Stoffen, verwandelt sich in die Wasserstoffverbindung.

In allen den Fällen, wo wir einen stickstoffhaltigen Körper mit Kalihydrat einer höheren Temperatur aussetzen, tritt sein Stickstoff aus in der Form von Ammoniak.

292 Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse?

Der Stickstoff eines organischen Körpers, eines Pflanzen- und Thierstoffs oder ihrer Kohle, stammt von dem Ammoniak, was die Pflanze aus der Atmosphäre erhielt, er nimmt in den erwähnten Zerfetzungsprocessen die ursprüngliche Form wieder an, er kehrt wieder in den Zustand des Ammoniaks zurück.

Alles dies sind aber keine eigentlichen Ammoniakergeugungen, sie können bei der Frage, um die es sich hier handelt, nicht in Betracht gezogen werden.

Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse?

Um die Meinung, ob die Salpetersäure ein Nahrungsmittel, eine von der Natur dargebotene Stickstoffquelle für die Pflanzen sei, in ihrer wahren Bedeutung aufzufassen, ist es vor allem wichtig, den Ursprung der Salpetersäure in's Auge zu fassen.

Auf Veranlassung der französischen Regierung setzte die Akademie der Wissenschaften in Paris 1770 einen Preis auf die beste Abhandlung über die Bildung der Salpetersäure und ihre Erzeugung in künstlichen Salpeterplantagen. Den Berichterstattem der Akademie, unter denen sich Lavoisier befand, wurden 70 Abhandlungen zur Prüfung übergeben, deren Resultat mit den in fünfzig darauf folgenden Jahren

gemachten Erfahrungen in einer kleinen Schrift enthalten ist, welche Gay-Lussac im Jahre 1825 herausgab (Instruction sur la fabrication du salpêtre, publié par la commission des poudres et salpêtre, 1825).

Dieses Resultat ist darin in den beiden folgenden Sätzen ausgedrückt:

- 1) »Aller Stickstoff, welcher zur Bildung der Salpetersäure nöthig ist, wird derselben von animalischen Substanzen geliefert.«
- 2) »In den zur Salpeterbildung geeigneten Materien erzeugt sich an der Luft niemals Salpeter ohne Mitwirkung einer thierischen Substanz.«

Diesem Ausdrücke unzähliger und unzweifelhafter Erfahrungen steht eine andere Ansicht gegenüber, welche voraussetzt, daß sich unter gewissen Bedingungen Salpeter in Erdmischungen bilden könne ohne alle Mitwirkung animalischer Substanzen, daß sich darin Salpetersäure erzeugen könne auf Kosten der Bestandtheile der Luft. Die Anhänger dieser Ansicht stützen sich unter anderen auf folgende Erfahrungen. Wenn nämlich die Salpeter führenden Erden von allen löslichen Salzen durch Auslaugen befreit, mehrere Jahre hintereinander der Luft ausgesetzt werden, so liefern sie zum zweitenmale Salpeter und diese Wiedererzeugung erneuert sich, wiewohl in abnehmendem Verhältnisse zum dritten und viertenmale; hier sind ja, so behaupten die Anhänger dieser Ansicht, die stickstoffhaltigen Substanzen entfernt worden, wo sollte nun der Stickstoff der Salpetersäure, die sich nach der Hand erzeugt, anders hergekommen sein, als aus der Luft. Dieser Schluß ist gegen alle Regeln der inductiven Wissenschaften. Wenn eine bekannte Ursache in allen untersuchten Fällen eine und dieselbe Wirkung hervorbringt, so müssen

wir in den nicht untersuchten Fällen, von der beobachteten gleichen Wirkung rückwärts, auf die nämliche Ursache schließen, wir dürfen keine neue Ursachen erfinden, um uns die Mühe der näheren Untersuchung zu ersparen.

Nie ist von denen, welche die Meinung hegen, daß der Stickstoff der Luft in den Salpetererden in Salpetersäure übergehen könne, die Menge der in diesen Mischungen enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen bestimmt, nie ist die Menge des gewonnenen Salpeters damit verglichen worden. Die Personen, welche, wie Gay-Lussac, diese Mühe auf sich nahmen, fanden stets, daß nur eine den vorhandenen animalischen Substanzen entsprechende Menge Salpeter gebildet wird, weniger, wenn es daran fehlte, mehr, wenn ihre Menge vergrößert wurde.

Einen andern Grund für diese Meinung hat man von der Bildung der salpetersauren Salze in gewissen Kalkhöhlen auf Ceylon hergenommen, wo sich nach der Angabe von J. Davy salpetersaurer Kalk und Kali in einem Feldspath führenden Kalkstein bildet, welcher keine Spur animalischer Substanzen enthielt. Dieses letztere ist aber sehr zu bezweifeln, indem es kaum einen Kalkstein giebt, welcher nicht beim Erhitzen eine ammoniakalische Flüssigkeit giebt. Der Versuch, aus besonders zu diesem Zwecke gereinigten Materialien (kohlensaurem Kalk, Feldspath und reinem ammoniakfreiem Wasser) in diesen Höhlen salpetersaure Salze entstehen zu machen, wäre entscheidend gewesen, wenn sich nach einer gewissen Zeit in einer solchen Mischung Salpeter gefunden haben würde, allein dieser Versuch ist so wenig wie die Untersuchung des von oben durch die Decke der Höhle filtrirenden Wassers gemacht worden. Der Schluß, daß sich in diesen Höhlen Salpetersäure auf Kosten des Stickstoffs der Luft

bilde, ist keineswegs gerechtfertigt; nur das ist gewiß und der Wahrheit entsprechend, daß die Bildung des Salpeters den Besuchern dieser Höhlen unbekannt geblieben ist.

So findet sich sehr häufig in dem Brunnenwasser der Städte eine beträchtliche Menge Salpeter, der in den Brunnen und Quellen außerhalb gänzlich fehlt. Berzelius fand in dem Brunnenwasser der Stadt Stockholm salpetersaure Salze, Marggraf erwähnt ihr Vorkommen ebenfalls und ich selbst habe in zwölf Brunnen der Stadt Gießen das Vorhandensein von salpetersauren Salzen dargethan (Ann. de ch. et de phys. XXXV. 332), die in sechs Brunnen 2—300 Schritte von der Stadt entfernt, nicht nachgewiesen werden konnten. An diesen Orten werden dem Boden thierische Materien in verwesendem und faulendem Zustande in Menge zugeführt und überall verwandelt sich der Stickstoff derselben in Salpetersäure, wo die Bedingungen zu diesem Uebergange sich vereinigen.

Einen großen Theil alles Salpeters, der in Frankreich zur Pulverfabrikation und anderen Zwecken verbraucht wird, gewinnt man in Paris. Die dortigen Salpetersieder verwenden zu diesem Zweck den untern Theil der alten abgebrochenen Häuser, der mit den Flüssigkeiten der Straße in beständiger Berührung ist. In diesem Theil der Häuser findet sich reichlich Salpeter, während die oberen Theile keine Spur enthalten.

Es kann nicht geleugnet werden, daß in einer Erde, in welcher sich salpetersaure Salze zu bilden vermögen, die meisten Pflanzen üppiger und kräftiger sich entwickeln, als in einem Boden, worin die Bedingungen der Salpetersäurebildung fehlen.

Mit dem größten Rechte schreibt man den in einem sol-

chen Boden enthaltenen Thierstoffen, den Alkalien, so wie den in den Thiersubstanzen enthaltenen phosphorsauren Salzen die Ursachen seines günstigen Einflusses auf die Vegetation zu. Aus den Thiersubstanzen entsteht das für die Pflanzen so nothwendige Ammoniak, ohne sie würde sich in diesen Erdmischungen keine Salpetersäure bilden können.

Die Gegenwart salpetersaurer Alkalien zeigt in einem Boden mit Bestimmtheit an, daß sich die wichtigsten Bedingungen des Gedeihens der Pflanze darin befinden, allein diese Salze sind nicht die Ursache dieses Gedeihens, eben weil beide, der üppige Pflanzenwuchs und die Salpeterbildung, Effecte von einerlei auf die Erde wirkenden Ursachen sind.

Gewiß ist, daß die ganze weite Umgegend der Salpeterminen zu Quarta Jaga und Sta. Rosa, die mit salpetersauren Salzen durchdrungen ist, buchstäblich eine vollkommene Wüste darstellt, in welcher nur ein kleiner Cactus spärlich fortkommt (Darwin). Ein Grund der Unfruchtbarkeit dieser Gegend mag in dem Mangel an Wasser liegen, allein wären sie feucht und erhielten sie reichlichen Regen, so würden die salpetersauren Salze längst verschwunden sein, und auch ohne ihre Gegenwart würden alsdann in diesem Klima alle Gewächse in üppigster Fülle gedeihen.

Der gewöhnlichste Irrthum ist, daß man einen Boden, in dem sich salpetersaure Salze befinden, verwechselt mit einem andern, in dem sie sich bilden. Wenn in dem erstern die Bedingungen zu einer weitem Bildung von Salpetersäure (animalische Substanzen) fehlen, so ist er unfruchtbar, er ist hingegen fruchtbar, wenn diese Bedingungen vorhanden sind. Die letzteren sind also die Ursachen des bessern Gedeihens der Gewächse und nicht die salpetersauren Salze.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die Bildung der Salpetersäure auf der Oberfläche der Erde, soweit unsere Erfahrungen reichen, abhängig ist von der Gegenwart thierischer Materien.

Da nun die Thiersubstanzen ihren Stickstoff aus der Luft und zwar in der Form von Ammoniak empfangen, so stammt in letzter Form die Salpetersäure der salpetersauren Salze aus dem Ammoniak der Atmosphäre. Man kann nun hinzufügen, daß das Ammoniak nicht nur die letzte, nein, daß es als die nächste Quelle der Salpetersäure angesehen werden muß. Wir haben nämlich Gründe zu glauben, daß der Stickstoff verwesender Thiersubstanzen, ehe er in Salpetersäure übergeht, die Form von Ammoniak annimmt, und daß dieses erst die Fähigkeit hat, mit dem Sauerstoff der Luft Salpetersäure zu bilden (siehe das Kapitel über Verwesung im 2ten Theil dieses Buches), so daß wir also das Ammoniak als die Hauptquelle aller Salpetersäurebildung auf der Oberfläche der Erde ansehen können, daß man die Erzeugung von Salpetersäure überall zugeben kann, wo sich Ammoniak und die Bedingungen seiner Drydation vereinigt finden.

Das Vorkommen ungeheurer Lager von salpetersauren Salzen in Südamerika kann nicht den entferntesten Grund abgeben, außer der gewöhnlichsten Bildungsweise der Salpetersäure noch eine andere anzunehmen, es ist nicht nöthig, den Stickstoff der Luft zu Hülfe zu nehmen, um ihre große Ausdehnung erklärlich zu finden. Wir finden ja in der Natur ganze Gebirge von Schalthieren, von Ueberresten mikroskopischer Thiere, die im lebenden Zustande eine gewisse Menge Stickstoff enthielten, wir finden große Lager von Thierexcrementen (Koprolithen), welche die Existenz zahlloser

Individuen einer untergegangenen Thierwelt außer Zweifel setzen. In den Processen der Fäulniß und Verwesung konnte der Stickstoff, der einen Bestandtheil ihrer Organe ausmachte, nur in zwei Formen austreten, in den kalten Climates vorzugsweise in der Form von Ammoniak, in den warmen Gegenden in der Form von Salpetersäure, welche letztere sich natürlich da anhäufen mußte, wo aus Mangel an Wasser die daraus gebildeten Salze nicht fortgeführt werden konnten.

Das Ammoniak ist übrigens nicht die einzige Quelle der Salpeterbildung. Wir kennen in der Wirkung, welche der elektrische Funke auf die Bestandtheile der Luft, die gleichzeitig die Elemente der Salpetersäure sind, ausübt, noch eine zweite Quelle, die dem Anschein nach sehr verbreitet ist.

Cavendish beobachtete zuerst, daß beim anhaltenden Hindurchschlagen von elektrischen Funken das Volumen der feuchten Luft abnimmt, daß sich hierbei eine im Wasser lösliche Säure bilde. Dieser große Naturforscher bewies in einer Reihe unzweifelhafter Versuche, daß durch den Einfluß der Electricität die Bestandtheile der Luft, der Sauerstoff mit dem Stickstoff, sich zu Salpetersäure vereinigen.

Es ist nun wahrscheinlich, daß der Blitz, der mächtigste elektrische Funke, den man kennt, wenn er bei einem Gewitter die feuchte Luft durchschneidet, eine Verbindung der Bestandtheile der Luft zu Salpetersäure zur Folge haben muß.

In einer Untersuchung des Regenwassers, welche der Autor in dem Jahre 1826—1827 anstellte (Ann. de ch. et de phys. XXXV. 329), ergab es sich in der That durch die Analyse von 77 Regenwasser-Rückständen, daß 17 davon, die durch Verdampfung von Gewitterregenwasser erhalten

worben waren, mehr oder weniger Salpetersäure enthielten, welche theils an Kalk, theils an Ammoniak gebunden war. In den 60 anderen Rückständen enthielten nur zwei Spuren von Salpetersäure.

Das Vorkommen der Salpetersäure in dem Regenwasser als salpetersaures Ammoniak macht es ungewiß, ob der Stickstoff derselben von der atmosphärischen Luft oder von dem in derselben in Gasform vorhandenen Ammoniak stammt. Henry hat beobachtet, daß Ammoniakgas bei Gegenwart von Sauerstoffgas durch elektrischen Funken ebenfalls in Salpetersäure übergeführt wird. Es ist klar, daß wenn der Regen in der Form von Staub kohlensauren Kalk mechanisch beigemischt enthält, sich beim Abdampfen das darin enthaltene salpetersaure Ammoniak in kohlensaures Ammoniak, was entweicht, verwandelt, und man salpetersauren Kalk zerlegen muß, der im Rückstand bleibt.

Die Menge der in dem Gewitterregenwasser enthaltenen Salpetersäure ist nicht bestimmbar. Zwei bis drei hundert Pfunde filtrirtes Regenwasser liefern nur einige Gran eines gefärbten Rückstandes, und das darin enthaltene salpetersaure Salz macht nur einen Bruchtheil seines Gewichts aus.

Die Analyse des Quell- und Flußwassers ist weit geeigneter, um zu einer bestimmten Vorstellung über die Menge von Salpetersäure zu gelangen, welche durch den Einfluß der Elektrizität in der Atmosphäre gebildet wird. Denken wir uns die Salpetersäure frei im Wasser vorhanden, so muß sie als eine flüchtige Säure beim Verdampfen in Porzellangefäßen entweichen, der Rückstand wird keine Spur davon enthalten, wenn die zu ihrer Fixirung nöthigen Basen fehlen. Das Wasser unserer Quellen, Bäche und Flüsse ist Regenwasser, was, wenn Salpetersäure einen Bestandtheil

300 Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse?

davon ausmacht, beim Hindurchsickern durch die Erde, in welcher Kalk und alkalische Basen niemals fehlen, einen Gehalt von salpetersauren Salzen empfangen muß.

Es geht nun aus den interessanten Beobachtungen, welche Göbel auf seiner Reise in die Steppen des südlichen Rußlands gemacht hat, hervor, daß durch die Verdunstung des Wassers vom Charysacha-Flusse, der in den Elton-See fällt, dieses letztere eine jährliche Zufuhr von 47777 Millionen Pfunden Salz erhält. Von der Wassermasse, welche verdunsten muß, um diese Salzmenge abzugeben, kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man erwägt, daß das Charysacha-Wasser nicht ganz 5 p. c. an Salzen enthält.

Der Fluß entspringt etwa 40 Werste vom Elton-See und erhält sein Wasser durch den im Gebirge fallenden Regen und durch den Schnee.

Es ist klar, daß, wenn die Salpetersäure einen constanten oder überhaupt bemerkbaren Bestandtheil des Regenwassers ausmacht, man in der nach dem Krystallisiren des Salzes zurückbleibenden Salzlauge nachweisbare Mengen von Salpetersäure auffinden müßte. Allein Göbel hat weder in dem Wasser des Flusses, noch in dem abgelagerten Salze Anzeichen der Gegenwart salpetersaurer Salze beobachtet.

In dem Wasser des artesischen Brunnens *) auf der

*) Payen fand in 100000 Theilen dieses Wassers:

Kohlensauren Kalk	6,80
» Magnesia	1,42
» Kali	2,96
schwefelsaures Kalk	1,20
Chlorcalcium	1,09.

Ebene von Grenelle, in dem Nilwasser *), in dem Seewasser, was in trockner Jahreszeit kohlensaures Ammoniak enthält, in dem Themswasser, dem Rheinwasser, hat bis jetzt Niemand das Vorhandensein salpetersaurer Salze dargethan.

Man kann hiernach annehmen, daß in Europa die Menge der Salpetersäure, welche die Erde durch den Regen empfängt, verschwindend klein ist, und daß, wenn die durch den Blitz gebildete Salpetersäure eine günstige Wirkung auf die Vegetation ausübt, dieser Einfluß nicht als eine Quelle des Stickstoffs für die Pflanzen in Rechnung genommen werden darf. Wenn man erwägt, daß die Anzahl der Gewittertage in den meisten Gegenden nur durchschnittlich 12, in vielen nur 8 beträgt, so muß es von vorn herein durchaus unmöglich erscheinen, die Gegenwart der Salpetersäure in dem Fluß- und Quellswasser nachzuweisen.

Unter dem Aequator, wo die Gewitter weit häufiger sind, ließe sich denken, daß der Salpetersäuregehalt des Regenwassers bemerklich größer ist, allein wenn derselbe nach den bekannten Untersuchungen von Quell- und Flußwasser beurtheilt wird, z. B. nach den Analysen des Wassers von

*) Regnault fand in 22 Pfd. Nilwasser:

Kohlensauren Kalk	5,30
kohlensaure Magnesia	7,43
Eisenoxyd	0,53
Kochsalz	4,77
schwefelsaure Bittererde	0,53
Kieselerde	1,06
Thonerde	1,59
Extractivstoff	0,53
kohlensaures Gas	12,19

33,93 Grammen.

302 Ist die Salpetersäure ein Nahrungsmittel für die Gewächse?

Paipa bei Tunga, des Wassers des Rio vinagré und der heißen Mineralquellen der Cordilleren, welche Boussingault in Südamerika angestellt hat, und in denen keine Anzeichen der Gegenwart von salpetersauren Salzen beobachtet worden sind, so finden wir auch in diesen keine Gründe für die Meinung, daß durch die Wirkung des Blitzes in diesen Gegenden eine bemerklich größere Menge Salpetersäure erzeugt wird, als in den gemäßigten Zonen.

Aus dem Vorhergehenden läßt sich der Schluß ziehen, daß die Salpetersäure oder ihre Salze von der Natur nicht dazu bestimmt sind, den Pflanzen Stickstoff zu liefern. Wäre dies in der That der Fall, so müßte man voraussetzen, daß diese Quelle allen Pflanzen ohne Unterschied zugänglich wäre. Aber den Seepflanzen ist sie völlig abgeschlossen und auch bei den Landpflanzen der gemäßigten und kalten Zonen kann der Seltenheit der Gewitter wegen nicht angenommen werden, daß ein wägbarer Theil ihres Stickstoffgehaltes der durch die Wirkung des Blitzes auf die Bestandtheile der Luft erzeugten Salpetersäure ihren Ursprung verdankt.

Angenommen aber, die Salpetersäure nehme einen bestimmten Antheil am Pflanzenleben, so bleibt das Ammoniak immer die letzte Quelle des Stickstoffs der Pflanzen, denn soweit die Untersuchungen reichen, wird alle Salpetersäure an der Oberfläche der Erde durch Verwesung des Ammoniaks gebildet, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Salpetersäure, die wir in dem Gewitterregenwasser finden, von dem Vorhandensein des nämlichen Körpers abhängig ist.

Die Zurückführung der Wirkung aller stickstoffhaltigen Thier- und anderer Substanzen auf die einzige von der Natur allen Pflanzen dargebotene Nahrungsquelle für den Stickstoff, schließt, wie sich von selbst versteht, die Anwendung

dieser verschiedenen anderen Stoffe in der Agricultur nicht aus. Wenn wir wissen, daß wollene Lumpen, Hornspäne, Haare in dem Acte ihrer Verwesung langsame aber andauernde Quellen von Ammoniak darstellen, so liegt es in der Natur der Sache, daß wir sie benutzen überall, wo ihr Preis, verglichen mit dem zu erwartenden Vortheil, ihre Anwendung nicht ausschließt.

Ganz dasselbe muß für die salpetersauren Salze gelten. Wir haben darin Stickstoff in einer andern Form, als im Ammoniak, die Salpetersäure oder vielmehr salpetrige Säure ist die dem Ammoniak gerade entgegengesetzte Verbindung, allein wir sehen, daß in dem Organismus der Pflanze die Kohlensäure und das Wasser, deren Bestandtheile mit einer weit größern Kraft zusammengehalten sind, eine Zerlegung erfahren. Wir betrachten die Schwefelsäure als eine Quelle für den Schwefel. Warum sollte die Salpetersäure nicht durch die nämlichen Ursachen eine ähnliche Zerlegung erfahren, warum sollte ihr Stickstoff nicht ähnlich, wie der Kohlenstoff oder Schwefel, zu einem Bestandtheil eines Pflanzentheils werden können?

Durch das Ueberstreuen der Felder mit salpetersaurem Natron haben einige Landwirthe, namentlich auf Grasland, einen bemerkbar höhern Ertrag erhalten; auf Getreidefeldern und für Wurzelgewächse zeigte es sich minder wirksam.

Die Frage, von welchem Bestandtheil dieses Salzes der günstige Erfolg abhängig war, ist noch nicht entschieden. Drückt man den Ertrag an Heu und Stroh, den Herr Gray in Dülston und Herr Hyett durch Düngung mit salpetersaurem Natron mehr erhielten (siehe Journal of the royal agricultural society of England), durch ihren bekannten Stickstoffgehalt aus, so ergibt sich das sonderbare

Resultat, daß die Quantität an Stickstoff, welche in diesem Heu und Stroh geerntet wurde, doppelt so viel beträgt, als das zur Düngung angewandte salpetersaure Salz enthielt!

Wenn man sich nun erinnert, daß der Ertrag vieler Wiesen durch Düngung mit gebrannten Knochen oder durch Holzasche um die Hälfte, ja um das Doppelte bis Dreifache gesteigert werden kann, durch Materien also, die keinen Stickstoff enthalten, so bleibt es immer noch zweifelhaft, ob es die Salpetersäure des salpetersauren Natrons ist, von der die Wirkung ausgeübt wurde.

Eine Menge von Pflanzen, wie *Borago officinalis*, *Cochlearia officinalis*, *Mesembryanthemum crystallinum*, *Apium graveolens*, die Sonnenblume, der Tabak enthalten in ihrem Saft gelöst beträchtliche Mengen von Salpeter, den man in anderen Pflanzen, welche auf demselben Boden in ihrer Nähe wachsen, nicht findet. Das stete Vorhandensein des salpetersauren Salzes erlaubt keinen andern Schluß, als daß der Stickstoff der Salpetersäure nicht in ihrem Organismus verwendet wird zur Bildung ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile, eben weil sie sonst in einer gewissen Periode des Lebens dieser Pflanze mit diesem Uebergang verschwinden müßte.

In allen Fällen sind die salpetersauren Salze Düngemittel, welche dem Acker diejenigen Bodenbestandtheile nicht ersetzen, die man in der Ernte dem Boden nimmt, und wenn sie auch durch ihren Säure- oder Alkaligehalt das Wachsthum ein oder zwei Jahre lang steigern, so muß durch diese Steigerung selbst der Boden um so früher erschöpft und um so ärmer werden. Ein eigentlicher dauernder Gewinn ist durch die Anwendung salpetersaurer Salze nicht zu erwarten.

Nimmt der Stickstoff der Luft Antheil an der Vegetation.

Priestley und Ingenhousz hatten angenommen, daß die Pflanzen die Eigenschaft besitzen, das Stickgas der Luft zu assimiliren. Der erstere führt an, daß ein Exemplar von *Epilobium hirsutum* unter einer Glasglocke von 10 Zoll Höhe und einem Zoll Weite innerhalb eines Monats sieben Achtel der darin enthaltenen Luft absorbiert habe.

Diese Versuche sind von de Saussure (Untersuchungen. S. 189) mit aller Sorgfalt in reinem Stickgas sowohl, wie in atmosphärischer Luft, genau nach dem Verfahren, was Priestley vorschreibt, wiederholt worden, allein mit einem entgegengesetzten Resultat. De Saussure bemerkt: »Ich habe die Versuche viel länger fortgesetzt, allein ich habe niemals eine Verminderung von Stickgas wahrnehmen können. Dasselbe zeigte sich bei allen anderen Gewächsen, die ich den nämlichen Proben unterwarf. Die Pflanzen verdichten also das Stickgas der Luft nicht merklich: die Versuche von Woodhouse und Sennebier bestätigen diese Behauptung.«

Wir haben demnach keine directen Beweise für die Ansicht, daß der Stickstoff der Luft in dem Lebensproceß der Pflanze zu einem Theil ihrer selbst übergeht. In dem gegenwärtigen Augenblick fehlen aber auch alle indirecten Beweise.

Viele landwirthschaftliche Schriftsteller gefallen sich darin, als entscheidende Beweise für die Assimilation des Stickstoffs der Luft durch die Pflanzen, die Versuche und Beobachtungen von Boussingault anzuführen, allein ihrer Interpretation, zu Gunsten dieser Meinung, fehlen alle Stützen.

Dieser ausgezeichnete Naturforscher stellte zur Lösung der Frage über den Ursprung des Stickstoffs in den Kulturpflanzen eine große Anzahl von Versuchen an, deren Resultat wir mit seinen eigenen Worten wiedergeben (Ann. de chim. et de phys. LXIX.):

»Ich glaube, durch zahlreiche Analysen bewiesen zu haben, daß der Stickstoffgehalt einer Reihenfolge von Gewächsen stets größer ist und häufig in einem stärkeren Verhältniß, als der Stickstoff des Düngers.

Dieser Ueberschuß stammt zweifellos aus der Luft und es ist mehr als wahrscheinlich, daß in diesem Fall ein Theil des überschüssigen Stickstoffs in der Form von salpetersaurem Ammoniak aufgenommen wird, von welchem Hr. Liebig gezeigt hat, daß es sich häufig als Bestandtheil des Gewitterregenwassers findet. Ehe dies angenommen werden darf, muß natürlich die Wirkung dieses Salzes auf die Gewächse erst ausgemittelt werden.«

In seiner letzten Abhandlung über diesen Gegenstand (Ann. de ch. 3. Série. T. I. p. 240) sagt Boussingault:

»Wenn man diese Tabellen durchgeht, so ergibt sich, daß der Stickstoffgehalt der geernteten Pflanzen stets den des Düngers an Quantität übersteigt. Ich nehme im Allgemeinen an, daß dieser Ueberschuß von der Atmosphäre stammt. Was die Art und Weise betrifft, wie dieses Element in die Pflanze aufgenommen wird, so weiß ich darüber nichts anzugeben. Der Stick-

stoff kann direct als Gas oder aufgelöst im Wasser aufgenommen worden sein, oder was möglich ist, wie einige Naturforscher (de Saussure) glauben, es kann in der Luft eine unendlich kleine Menge Ammoniak enthalten sein.«

Die Versuche von Boussingault sind also Beweise dafür, daß sich in den Culturpflanzen nicht allein der Stickstoff des Düngers wiederfindet, sondern außer diesem noch ein Ueberschuß der aus keiner andern Quelle abgeleitet werden kann, als aus der Atmosphäre. Daß der Stickstoff der wildwachsenden Pflanzen aus der Luft stammen muß, darüber hatte man, als keines Beweises bedürftig, keine Versuche nöthig.

Boussingault hat nicht im entferntesten daran gedacht, seine Versuche als Gründe für die Meinung geltend zu machen, daß der Stickstoff der Luft in den Organismus der Pflanze überzugehen vermöge, sondern nur als Beweise, daß der Stickstoff der Culturpflanzen aus der Atmosphäre stamme.

Der Riesentang.

Hier (Terra del Fuego) giebt es ein Product des Meeres, dessen Bedeutung einer besondern Auseinandersezung werth ist. Es ist der Kelp oder Riesentang (*Fucus giganteus* nach Solander). Diese Pflanze wächst auf allen Felsen, im niedrigsten Wasser wie in der größten Tiefe. Ich glaube, während der Reise der Adventure und Beazle wurde kein Felsen an der Oberfläche des Meeres entdeckt, welcher nicht bedeckt war mit diesem schwimmenden Unkraut. Der Stengel ist rund, schleimig und glatt und ist selten über einen Zoll dick, mehrere zusammen genommen sind stark genug, um das ganze Gewicht der Steinblöcke zu tragen, an denen sie befestigt sind, und einige dieser Steine sind so schwer, daß sie, an die Oberfläche gezogen, kaum durch eine Person in ein Boot gehoben werden können.

Cook in seiner zweiten Reise sagt, daß in »Kerguelen Land« dieses Kraut von einer ganz außerordentlichen Länge vorkommt, obwohl der Stengel selten dicker als ein Daumen ist. Ich habe erwähnt, daß an manchen Orten, wo es wächst, wir mit dem Senkblei bei einer Tiefe von 24 Faden noch keinen Grund erreichten. Die Wassertiefe muß deshalb noch weit größer sein. Da nun dieses Kraut nicht in gerader Linie in die Höhe wächst, sondern einen sehr spizen Winkel mit dem Boden macht, und viel davon nach der Hand mehrere Faden weit auf der Oberfläche sich ausbreitet, so glaube ich mit Sicherheit behaupten zu können, daß

einige dieser Pflanzen eine Länge von 60 Faden und mehr erreichen.

Gewiß ist, daß es an den Falklandsinseln und dem Feuerland ausgedehnte Boden giebt, welche von 10 und 15 Faden Tiefe in die Höhe kommen. Ich glaube nicht, daß der Stengel irgend einer Pflanze in der Welt die große Länge von 360 Fuß erreicht, wie von Cook angegeben ist. Ihre geographische Verbreitung ist sehr beträchtlich, es findet sich an den äußersten südlichen Inseln vom Cap Horn an bis nordwärts an der äußern Küste bis zur Breite von 43°; an der Westküste von Chile bei 42° Breite kommt es ziemlich häufig vor, wiewohl nicht so üppig. Möglicherweise mag es noch nördlicher vorkommen, aber bald folgen dort verschiedene Arten darauf. Wir haben demnach für sein Vorkommen 15 Grade Breite und nicht weniger als 140 Längengrade.

Die Anzahl lebendiger Geschöpfe aller Arten, deren Bestehen auf's engste geknüpft ist an den Kelp, ist wundervoll. Ein dickes Buch könnte mit der Beschreibung der Bewohner von einer dieser Seewiesen angefüllt werden. Beinahe jedes Blatt, bis auf die, welche an der Oberfläche schwimmen, ist so dick mit Corallinen incrustirt, daß es weiß erscheint. Wir finden ausgesucht feine Bildungen (Struction), einige bewohnt von hydraähnlichen Polypen, andere von zusammengesetzterer Organisation und schönen zusammengesetzten Ascidien. An der ebenen Oberfläche der Blätter finden sich mannichfaltige patelli, ferner Muscheln, nackte Molusken und viele zweischalige Muscheln besetzt. Zahllose Schalthiere halten sich in jedem Theil der Pflanze auf. Wenn man die großen in einander verwickelten Wurzeln schüttelt, so fällt ein Haufen von kleinen Fischen, Muscheln, Krabben, Seeecier,

Sternfische, schöne Holuthurien, Planerien und kriechende Nereiden von mannichfaltigen Formen heraus. Ich kann diese großen Meerwälder der südlichen Halbkugel nur mit den großen Landwäldern unter den Tropen vergleichen. Doch wenn die letzteren in irgend einer Gegend zerstört werden würden, so glaube ich kaum, daß eben so viele Thiergeschlechter untergehen würden, als unter gleichen Umständen mit dem Kelp. Mitten in dem Laube dieser Gewächse leben zahlreiche Arten von Fischen, welche nirgends anderswo Schutz oder Nahrung zu finden vermöchten. Mit ihrer Zerstörung würden die vielen Seemöven, Taucher und andere von Fischen lebenden Vögel, die Otter, Seekälber und Meer-schweine würden ebenfalls bald untergehen, und zuletzt würde der wilde Feuerländer, der Herr dieses elenden Landes, seine cannibalischen Feste verdoppeln müssen, sie würden an Anzahl hierdurch immer abnehmen und zuletzt zu bestehen aufhören.«
Ch. Darwin, Journ. of researches 304.

Zusammensetzung

der

künstlichen Ackererde,

welche in Wiegmann's und Polstorf's Versuchen über die organischen Bestandtheile der Gewächse benutzt wurde

(Preisschrift S. 9):

Quarzsand	861,26
schwefelsaures Kali	0,34
Kochsalz	0,13
Gyps (wasserfrei)	1,25
geschlemmte Kreide	10,00
kohlensaure Bittererde	5,00
Manganoryd	2,50
Eisenoryd	10,00
Thonerdehydrat	15,00
phosphorsaurer Kalk	15,60
torffsaures *) Kali	3,41

*) Zur Darstellung dieser Verbindungen wurde gewöhnlicher Torf mit schwacher Kalilauge gekocht und die sehr dunkel gefärbte Auflösung mit verdünnter Schwefelsäure niedergeschlagen. Der Niederschlag ist die unter dem Namen Torffäure aufgeführte Substanz. Durch Auflösung derselben in Kali, Natron oder Ammoniak und Abdampfen der gesättigten Lösungen wurden obige Verbindungen dieser Basen mit der Torfsubstanz und durch wechselseitige Zersetzung dieser Auflösungen mit reinem Kalk, Bittererde und Salz der torffsaure Kalk, Bittererde, Eisenoryd, Thonerde dargestellt. Unter Humus versteht man bekanntlich die in Verwesung übergegangenen Thier- und Pflanzenstoffe, welche in fruchtbarer Ackererde selten fehlen. W. u. P. ersetzen diese durch die Torfsubstanz. Durch anhaltendes Kochen der Torffäure mit Wasser geht sie in die unlösliche Modification über, welche oben als unlösliche Torffäure angeführt wurde.

torffaures Natron . . .	2,22
„ Ammoniak . . .	10,29
„ Kalk . . .	3,07
„ Bittererde . . .	1,97
„ Eisenoryd. . .	3,32
„ Thonerde . . .	4,64
unlösliche Torffäure . . .	50,00.

Verhalten der in reinem Sande und in künstlicher Ackererde gezogenen Pflanzen:

Vicia sativa.

A.

In reinem Sande.

Die Pflanze erreichte bis zum vierten Juli eine Höhe von 10 Zoll und schien einzeln blühen zu wollen. Am 6. und 7. Juli entfalteten sich einzelne Blüthen, welche auch am 11. schon kleine Schoten ansetzten, die aber keinen Samen enthielten und am 15. schon verwelkt waren. Sämmtliche Pflanzen, die unten schon gelbe Blätter zeigten, wurden mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen, die Wurzeln mit destillirtem Wasser abgewaschen, getrocknet und eingäschert.

B.

In künstlicher Ackererde.

Diese erreichte bis zur Mitte Junius eine Höhe von 18 Zoll, so daß sie mit Reifern gestützt werden mußte, blühte vom 16. Juni an üppig und setzte gegen den 26. Juni viele gesunde Schoten an, die am 8. August reiften und keimfähigen Samen enthielten. Sämmtliche Pflanzen wurden wie die obigen mit den Wurzeln aus dem Boden genommen, gewaschen, getrocknet und eingäschert.

Hordeum vulgare.**A.****In reinem Sande.**

Die Gerste hatte bis zum 30. Junius, da sie unvollkommen blühte, eine Höhe von fast $1\frac{1}{4}$ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spizen der Blätter gelb, weshalb ich am 1. August sämtliche Halme aus dem Boden zog und sie wie die Wickenpflanzen behandelte.

B.**In künstlicher Ackererde.**

Diese erreichte bis zum 25. Junius, da sie vollkommen blühte, die Höhe von $2\frac{1}{4}$ Fuß, setzte gut an, und lieferte am 10. August reifen und vollkommenen Samen, worauf die Halme sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen, und wie oben behandelt wurden.

Avena sativa.**A.****In reinem Sande.**

Der Hafer hatte bis zum 30. Junius, da derselbe sehr unvollkommen blühte, die Höhe von fast $1\frac{1}{2}$ Fuß erreicht, setzte aber keine Früchte an, und im Laufe des Monats Julius wurden die Spelzen und die Spizen der Blätter wie bei der Gerste gelb, weshalb ich die Halme ebenfalls am 1. August aus dem Boden zog, und sie wie oben behandelte.

B.**In künstlicher Ackererde.**

Der Hafer erreichte bis zum 28. Junius, da er vollkommen blühte, die Höhe von $2\frac{1}{2}$ Fuß, setzte gut an und lie-

ferte am 16. August reifen und vollständig körnigen Samen, worauf die Halme mit den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt wurden.

Polygonum Fagopyrum

A.

In reinem Sande.

Der am 8. Mai aufgelaufene Buchweizen schien von allen in reinen Sand gesäeten Gewächsen am besten zu gedeihen, er erreichte zu Ende des Monats Junius eine Höhe von $1\frac{1}{2}$ Fuß, und verästelte sich bedeutend. Am 28. Junius fing er an zu blühen, blühte bis zum September, doch ohne Früchte anzusetzen, und würde sicher noch länger fortgeblüht haben, wenn ich ihn nicht am 4. September, weil er gar zu viele Blätter verlor, aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt hätte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Der Buchweizen in diesem Boden wuchs sehr schnell, erreichte die Höhe von $2\frac{1}{2}$ Fuß, verästelte sich so stark, daß er mit einem Stocke gestützt werden mußte, fing schon am 15. Junius an zu blühen und setzte vollkommne Samen an, die größtentheils am 12. August schon gereift waren. Am 4. September wurde derselbe, zum Theil noch blühend und mit unreifen Früchten, weil er unten zu viel Blüthen verlor, sammt den Wurzeln aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Nicotiana Tabacum.

A.

In reinem Sande.

Der am 10. Mai gesäete Tabak lief erst am 2. Junius

auf, entwickelte sich aber ganz normal. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter erhalten hatten, zog ich die überflüssigen heraus und ließ nur die fünf kräftigsten davon stehen, diese wuchsen sehr langsam bis zum Eintritte des Frostes im October fort, erhielten aber nicht mehr als 4 Blätter, und erreichten nur die Höhe von 5 Zoll, ohne einen Stengel zu bilden. Sie wurden am 21. October mit den Wurzeln aus dem Sande gezogen und wie oben behandelt.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser auch am 10. Mai gesäete Tabak lief schon am 22. Mai auf und wuchs kräftig. Als die Pflänzchen das zweite Paar Blätter bekommen hatten, zog ich die überflüssigen aus, und ließ nur drei der kräftigsten stehen. Diese wuchsen freudig in die Höhe, bekamen über 3 Fuß hohe Stengel und viele Blätter, fingen am 25. Julius an zu blühen, setzten am 10. August schon Samen an und lieferten den 8. September einzelne reife Samenkapseln mit vollkommenen Samen. Am 21. October wurden auch diese Pflanzen aus dem Boden gezogen und wie oben behandelt.

Trifolium pratense.

A.

In reinem Sande.

Der am 5. Mai aufgelaufene Klee wuchs im Anfange ziemlich freudig, hatte aber bis zum 15. October nur eine Höhe von $3\frac{1}{2}$ Zoll erreicht, als seine Blätter plötzlich braun wurden, weshalb ich ihn aus dem Boden zog, und wie oben behandelte.

B.

In künstlicher Ackererde.

Dieser hatte am 15. October die Höhe von 10 Zoll erreicht, war dunkelgrün und buschig, als ich ihn, mit dem vorigen zu vergleichen, aus dem Boden zog, und ihn wie oben behandelte.

Aschen-Analysen der Samen.

100 Theile trockner Pflanze liefern	in Wasser löslich	in Salzsäure löslich	Kiesel-erde	zusammen Procent Asche
Vicia faba	1,562	0,563	0,442	= 2,567
Hordeum vulgare . .	0,746	0,563	1,123	= 2,432
Avena sativa . . .	0,465	0,277	2,122	= 2,864
Polygonum fagopyrum	0,823	0,547	0,152	= 1,522
Trifolium pratense .	1,218	3,187	0,282	= 4,687

Aschenbestandtheile der in reinem Sande und in künstlichem Boden gewachsenen Pflanzen:

	liefern im Wasser	in Salzsäure	in beiden unlösliche (Kieselerde)	im Ganzen Aschenbestandtheile
Vicia sativa } im Sand	0,516	0,375	0,135	= 1,026 Gr.
15 Gr. lufttrock- } in künstlicher	0,693	0,821	0,320	= 1,834 »
ner Pflanze } Ackererde				
Hordeum vulgare } Sand	0,123	0,195	0,355	= 0,673 »
12,5 Gr. Pflanze } f. Ackererde	0,167	0,226	0,487	= 0,880 »
Avena sativa } Sand	0,216	0,024	0,354	= 0,594 »
13 Gr. Pflanze } f. Ackererde	0,255	0,030	0,461	= 0,746 »
Polygonum } Sand (12 Gr.)	0,086	0,094	0,045	= 0,225 »
fagopyrum } f. Ackererde	0,148	0,226	0,133	= 0,507 »
(12,7 Gr.)				
Nicotiana } Sand (4 Gr. Pflanze)	0,223	0,252	0,031	= 0,506 »
Tabacum } f. Ackererde	1,146	2,228	0,549	= 3,923 »
(21,5 Gr. Pflanze)				
Trifolium pratense } Sand	0,522	0,350	0,091	= 0,963 »
14,5 Gr. Pflanze } f. Ackererde	0,659	0,943	0,082	= 1,684 »

Die obigen Zahlen drücken aus die ungleichen Gewichte der mineralischen Nahrungstoffe, welche in P. und W. Versuchen gleiche Gewichte der erwähnten Pflanzen von dem Sand und der künstlichen Ackererde aufgenommen hatten, es sind dies also die relativen Gewichte ihrer Aschenbestandtheile und nicht die absoluten Mengen, welche der Sand und die künstliche Ackererde an jede einzelne Pflanze abgegeben hatte. So z. B. lieferten bei der Einäscherung die fünf der im Sande gezogenen Tabakspflanzen 0,506 Grm. Asche, während drei der im künstlichen Boden gewachsenen Tabakspflanzen 3,923 Grm. Asche gaben, fünf würden mithin gegeben haben 6,525 Grm. Asche. Die mineralischen Bestandtheile, welche der Sand in 5 Tabakspflanzen abgegeben hatte, verhalten sich zu denen, welche 5 Tabakspflanzen von dem künstlichen Boden empfangen, wie 10 : 120. In gleichen Zeiten empfing also eine Tabakspflanze von dem künstlichen Boden nahe 13mal mehr Bodenbestandtheile, als von dem Sande, und ihre Entwicklung stand in einer ganz bestimmten Beziehung zu diesem ungleichen Vorrath von Nahrungstoffen. Wiegmann und Polstorf zogen von den Zahlen in der letzten Reihe, welche die Menge Asche bezeichnen, die von einem gegebenen Gewichte der Pflanze gewonnen worden war, das Gewicht der Asche des Samens der Einsaat ab, allein da nur die ganze Ernte der im Sande gezogenen Pflanzen verbrannt wurde und nur ein entsprechendes Gewicht der im künstlichen Boden gewonnenen, so sind die von ihnen angegebenen Zahlen mit einem kleinen Fehler behaftet. Das Gewicht des Samens der Einsaat betrug bei allen Pflanzen drei Grammen, beim Tabak wurde der Samen nicht gewogen.

T a b e l l e n

über

den Gehalt an Feuchtigkeit der in Bouffingault's Versuchen analysirten Pflanzenstoffe.

	trockne Mat. (bei 110° C. getrocknet)	Wasser.
Weizen	0,855	0,145
Roggen	0,834	0,166
Hafer	0,792	0,208
Weizenstroh . .	0,740	0,260
Roggenstroh . .	0,813	0,187
Haferstroh . . .	0,713	0,287
Kartoffeln . . .	0,241	0,759
Runkelrüben . .	0,122	0,878
Stechrüben . . .	0,075	0,925
Lopinambour . .	0,208	0,792
Erbsen	0,914	0,086
Erbsenstroh . . .	0,882	0,118
Kleeheu	0,790	0,210
Lopinambourstengel	0,871	0,129

Zusammensetzung des Düngers:

bei 110° C. im leeren Raum getrocknet.

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Salze u. Erde.
I.	32,4	3,8	25,8	1,7	36,3
II.	32,5	4,1	26,0	1,7	35,7
III.	38,7	4,5	28,7	1,7	26,4
IV.	36,4	4,0	19,1	2,4	38,1
V.	40,0	4,3	27,6	2,4	25,7
VI.	34,5	4,3	27,7	2,0	31,5
Mittel	35,8	4,2	25,8	2,0	32,2

Die Analyse zeigt, daß diese Düngerquantität, die den Boden (1 Hectare = 4 Morgen Land) während einer fünfjährigen Fruchtfolge düngen soll, enthält:

	Kilogr.
Kohlenstoff	3637,6
Wasserstoff	426,8
Sauerstoff	2521,5
Stickstoff	203,2
Salze und Erde	3271,9
	10161,0.

Zusammensetzung der geernteten Producte,
im leeren Raum bei 110° C. getrocknet.

	Mit der Asche.					Nach Abzug der Asche.			
	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Asche.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.
Weizen	46,1	5,8	43,4	2,3	2,4	47,2	6,0	44,4	2,4
Roggen	46,2	5,6	44,2	1,7	2,3	47,3	5,7	45,3	1,7
Hafer	50,7	6,4	36,7	2,2	4,0	52,9	6,6	38,2	2,3
Weizenstroh	48,4	5,3	38,9	0,4	7,0	52,1	5,7	41,8	0,4
Roggenstroh	49,9	5,6	40,6	0,3	3,6	51,8	5,8	42,1	0,3
Haferstroh	50,1	5,4	39,0	0,4	5,1	52,8	5,7	41,1	0,4
Kartoffeln	44,0	5,8	44,7	1,5	4,0	45,9	6,1	46,4	1,6
Runkelrüben	42,8	5,8	43,4	1,7	6,3	45,7	6,2	46,3	1,8
Stechrüben	42,9	5,5	42,3	1,7	7,6	46,3	6,0	45,9	1,8
Lopinambour	43,3	5,8	43,3	1,6	6,0	46,0	6,2	46,1	1,7
Gelbe Erbsen	46,5	6,2	40,0	4,2	3,1	48,0	6,4	41,3	4,3
Erbsenstroh	45,8	5,0	35,6	2,3	11,3	51,5	5,6	40,3	2,6
Roth. Kleeheu	47,4	5,0	37,8	2,1	7,7	51,3	5,4	41,1	2,2
Lopinambourstengel	45,7	5,4	45,7	0,4	2,8	47,0	5,6	47,0	0,4.

I. U m l a u f.

Jahrgang.	Substanzen.	Ernte auf	Trodne	Kohlen-	Wasser-	Sauere	Stick-	Salze u.
		d. Hectare.	Ernte.	stoff.	stoff.	stoff.	stoff.	erden.
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1.	Kartoffeln	12800	3085	1357,4	178,9	1379,0	46,3	123,4
2.	Weizen	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenstroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenstroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Stechrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Hafer	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferstroh	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
Summe		40418	17791	8383,1	973,3	7172,9	250,7	1010,9
Verwendeter Dünger		49086	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
Differenz			+ 7630	+4745,5	+546,5	+5551,4	+47,5	2261,0

II. U m l a u f.

Jahrgang.	Substanzen.	Ernte auf	Trodne	Kohlen-	Wasser-	Sauere	Stick-	Salzen.
		d. Hectare.	Ernte.	stoff.	stoff.	stoff.	stoff.	erden.
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1.	Runkelrüben	26000	3172	1357,7	184,0	1376,7	53,9	199,8
2.	Weizen	1185	1013	467,0	58,8	439,6	23,3	24,3
	Weizenstroh	2693	1993	964,0	105,6	775,3	8,0	139,5
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenstroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Rüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Hafer	1344	1064	539,5	68,0	390,5	23,3	42,6
	Haferstroh	1800	1283	642,8	69,3	500,4	5,1	65,4
Summe		53101	17478	8192,7	956,5	7009,0	254,2	1065,5
Verwendeter Dünger		49080	10161	3637,6	426,8	2621,5	203,2	3271,9
Differenz			+7317	+4555,1	+529,7	+4387,5	+51,0	-2206,4

III. U m l a u f.

Jahrg.	Substanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trodne Ernte. Kilogr.	Kohlen- stoff. Kilogr.	Wasser- stoff. Kilogr.	Sauer- stoff. Kilogr.	Stick- stoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Kartoffeln .	12800	3085	1357,4	173,9	1379,0	46,3	123,4
2.	Weizen . .	1343	1148	529,3	66,6	498,2	26,4	27,5
	Weizenstroh	3052	2258	1093,0	119,7	878,2	9,0	158,1
3.	Klee (Heu)	5100	4029	1909,7	201,5	1523,0	84,6	310,2
4.	Weizen . .	1659	1418	653,8	82,2	615,4	32,6	34,0
	Weizenstroh	3770	2790	1350,4	147,8	1085,3	11,2	195,3
	Stechrüben	9550	716	307,2	39,3	302,9	12,2	54,4
5.	Erbsen . .	1092	998	464,1	61,9	399,2	41,9	30,9
	Erbsenstroh	2790	2461	1127,3	123,0	876,1	56,6	278,1
6.	Roggen .	1679	1394	644,0	78,1	616,1	23,7	32,1
	Roggenstroh	3731	3033	1513,5	169,8	1231,4	9,1	109,2
	Summe	46566	23330	10949,7	1268,8	9404,8	353,6	1353,2
	Verwendet. Dünger	58900	12192	4364,2	512,2	3145,5	243,8	3925,8
	Differenz			+11138	+6585,5	+756,6	+6259,3	+109,8—2572,6

IV. U m l a u f.

Jahrgang.	Substanzen.	Ernte auf d. Hectare. Kilogr.	Trodne Ernte. Kilogr.	Kohlen- stoff. Kilogr.	Wasser- stoff. Kilogr.	Sauer- stoff. Kilogr.	Stick- stoff. Kilogr.	Salze u. Erden. Kilogr.
1.	Gebüugt. Brachfeld	—	—	—	—	—	—	—
2. u. 3.	Weizen .	3318	2836	1037,4	164,5	1230,8	65,2	68,1
	„ stroh	7500	5550	2686,2	294,2	2159,0	22,2	388,5
	Summe	10818	8386	3993,6	458,7	3389,8	87,4	456,6
	Verwendet. Dünger	20000	4140	1482,1	173,9	1068,1	82,8	1333,1
	Differenz			+4246	+2511,5	+284,8	+2321,7	+4,6—876,5

V. Topinambour-Cultur.

Jahr.	Substanzen.	Ernte auf		Kohlen- stoff.	Wasser- stoff.	Sauer- stoff.	Stick- stoff.	Salze u. Erden.
		d. Hectare.	Ernte.					
		Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.
1. 2.	Topinamb.	52880	11000	4763,0	638,0	4763,0	176,0	660,0
	Holzjg. Stengel	28200	24542	11224,7	1326,3	11224,7	98,2	687,2
	Summe	81080	35562	15987,7	1964,3	15987,7	274,2	1257,2
	Verwend. Dünger	45450	9408	3368,1	395,1	2427,3	188,2	3029,3
	Differenz			+26154	+12619,6	+1569,2	+13560,4	+86,0—1682,1

Uebersicht aller Versuche.

Umfang.	Trochne Dünger auf 1 Hectare in 1 Jahr.		Trochne Ernte in 1 Jahr.	Stickstoff der Ernte.	Gewinn an organ. Materie.	Gewinn an Stick- stoff.
	Kilogr.	Kilogr.				
1.	2032	40,6	3558	50,1	1526	9,5
2.	2032	40,6	3495	50,8	1463	10,2
3.	2032	40,6	3688	58,9	1856	18,4
4.	1360	25,8	2795	29,1	1435	3,3
5.	4704	94,1	17781	137,1	13067	43,0.

Analysen einiger Pflanzenaschen von Hertwig (Annalen der Pharmacie XLVI.)

100 Theile enthalten:	Stuehenholzsäure	Stuehenrinde	Zannenhölz	Zannerrinde	Zannennadeln	Stichtennadeln	Guaranatabat	Guano-Tabak	Gelbholzwurzel	Grüfenholz I.	Grüfenholz II.	Kartoffelkraut	Reis, Zuckerrübe
Kohlensaures Kali . .	11,72	11,30	7,42	2,95	10,72	1,95	6,18	13,32	4,16	4,34	23,47	4,69	8,16
Kohlensaures Natron . .	12,37	3,02	7,42	2,95	10,72	1,95	19,4	16,06	8,27	8,27	8,16	4,69	8,16
Schwefelsaures Kali . .	3,9						11,11	32,4	10,75	11,99	2,23	2,28	2,27
Kochsalz							8,64	9,24	4,63	3,72	2,27		
Schwefelsaures Natron							7,39	1,09					
Nitrosäures Kali													
Kohlensäures Kali	49,54	64,76	50,94	64,98	63,32	3,90	5,38	40,00	39,50	47,81	49,73	43,68	41,61
Bittererde	7,74	16,90	5,60	0,93	18,6		7,09	4,27	1,92	4,05	1,38	3,76	6,41
Phosphorsaures Kali	3,32	2,71	3,43	5,03	6,35		9,04	17,95	6,43	5,15	1,15	5,73	11,80
Phosphorsaure Bittererde	2,92	0,66	2,90	4,18	0,88				6,66	4,37	7,82		0,91
Phosphorsaures Eisenoxyd	0,76	0,46	1,04	1,04	0,71				3,49	0,90	3,64	1,30	0,81
Phosphorsaure Thonerde	1,51	0,84	1,75	2,42	0,71				1,20	1,20	2,75		
Phosphor-Raugasorbent	1,59												
Nitrosäure	2,46	9,04	13,37	17,28	10,31		8,26	15,25	7,97	7,81	15,54	29,81	2,26

) Analyse von Ehren.

Analyse der Roggenstrohasche von Dr. Fresenius.

A. In Wasser und Salzsäure lösliche Bestandtheile:		
Kali, welches an Kieselsäure gebunden war	6,88	
Schwefelsaures Kali	1,75	
Chlorcalcium	0,25	
Chlornatrium	0,56	
Kalk, welcher an Kieselsäure gebunden war	4,19	
Magnesia	0,76	
Phosphorsaurer Kalk	2,50	
» Magnesia	1,28	
» Eisenoxyd	1,57	
» Manganoxydul in geringer Menge.		
		19,74
B. In Wasser und Salzsäure unlöslicher Rückstand:		
Kalk, an Kieselsäure gebunden	9,21	
Kalk, " " " "	3,43	
Magnesia " " " "	1,16	
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,63	
» Manganoxydul, Spuren.		
Kieselsäure	63,89	
Kohle	0,94	
		80,26
		100,00
In Ganzen.		
Kali, an Kieselsäure gebunden	16,09	
Schwefelsaures Kali	1,75	
Chlorcalcium	0,25	
Chlornatrium	0,56	
Kalk, an Kieselsäure gebunden	7,62	
Magnesia " " " "	1,92	
Phosphorsaurer Kalk	2,50	
» Magnesia	1,28	
» Eisenoxyd	3,20	
» Manganoxydul, in geringer Menge.		
Kieselsäure	63,89	
Kohle	0,94	
		100,00.

	Waldung: baumholz.	Holz des weissen Eichenbaums.	Pomeranzenbaum: holz.	Holz von Quercus alba.	Holz der Eiche.	Birnenholz.	Buchen- baumholz.	Kastanien- baumholz.
Procente der Asche	1,57	1,60				1,00	1,25	
100 Asche halten in Wasser loesliches	15,4	15,0	9,6	7,5		16,0	31,5	14,6
— nicht loesliches	84,6	85,0	90,4	92,5		84,0	68,5	85,4
100 loesliche Theile halten:								
Kohlensaure	20,2	23,0	37,0			17,0		18,75
Schwefelsaure	5,1	8,3				2,3	8,2	8,75
Salzsaure	0,5	4,0	4,0			0,2	2,0	0,50
Kieselerde	0,5					1,0	1,7	2,75
Kali	73,2	5,20	5,9			79,5		69,25
Natron und Wasser		11,5						
100 nicht loesliche Theile halten:								
Kohlensaure	37,0	27,1	33,5	41,4	35,81	31,0	19,0	30,60
Phosphorsaure	4,8	11,6	1,9	3,0	2,81	4,3	18,4	1,81
Kieselerde	4,2	7,7	6,0	3,3	5,05	5,5	8,0	8,45
Kalk	42,4	46,7	45,0	50,3	48,31	52,2	45,6	51,10
Bittererde	4,4	5,2	7,0	1,0	2,40	3,0	9,0	3,80
Eisenoxyd	4,0	0,3	1,0	1,0	4,78	0,5		3,50
Manganoxyd		0,5				3,5		
Kofle		1,3	5,6					

	Barren- kraut.	Weizen- stroh.	Schaffheu.	Halb- kraut.	Weizen- farrn.
Schwefelsaures Kalk . . .	0,70	0,4	12,0	5,0	3,3
Chlorcalcium	Spur	3,2	11,4	1,2	9,0
Kohlensaures Kalk		Spur		6,8	16,7
Kalk, an Kieselerde geb. .		13,0			
Kieselerde	73,0	71,5	50,8	37,5	16,5
Kohlensaurer Kalk	24,8	9,6	6,2	28,0	43,4
Schwefelsaurer Kalk . . .			14,4		
Phosphorsaurer Kalk	1,0	2,3	2,2	13,0	10,0
Bittererde	0,5		3,0	1,0	0,2
Eisenoxyd				1,4	0,7
Manganoxyd				6,1	0,2
	100,0	100,0	100,00		100,0

Analysen einiger Pflanzenaschen
 der Gegend von Solz in Kurheffen. Ernte 1842.
 Von Lhon *).

	Stockerbsen.	Gelbe Kocherbsen.	Kleine Feldbohnen.	Weizen.
Kohle	—	—	—	0,522
Kieselerde	0,56	0,29	1,48	1,914
Phosphorf. Eisen	0,68	1,94	0,34	0,525
Kalk	2,96	2,70	5,38	3,011
Magnesia	7,75	6,91	7,35	13,575
Phosphorsäure	38,34	34,01	35,33	45,531
Schwefelsäure	2,63	4,28	2,28	—
Kalk	27,12	35,20	21,71	24,170
Natron	17,43	10,32	21,07	10,340
Chlornatrium	1,88	2,56	3,32	—
	99,35	98,21	98,26	99,588

*) In dem Laboratorium zu Gießen ange stellt.

Die Weizenasche wurde von röthlich gelbem Weizen (ohne Grannen) bereitet.

Die Stockerbse und kleine Feldbohne sind nicht essbar. Beide sind als Viehfutter ausgezeichnet gut.

Der Boden, auf dem diese Pflanzen wuchsen, besteht aus Thon und Lehm mit wenig Sand und kohlensaurem Kalk vermischt.

Zu de Saussure's Untersuchungen über den Ursprung der mineralischen Bestandtheile der Pflanzen.

	a. der Granit vom Mont Breven enthält:	b. das Gestein des La Salle Gebirges enthält:	c. der Kalkstein des Reculey de Thoiry enthält:
Kalk . . .	1,74	24,36	(kohlenf.) 98,
Klaunerde . .	13,25	4,	0,625
Kieselerde . .	73,25	30,	
Eisenoxyd }	9,	13,	0,625
Manganoxyd }			
Kohlensäure		27,	
Bergöl			0,25
(Verlust)	2,76	1,64	0,5

Die Pflanzen von diesen drei Gebirgen verhalten sich nach de Saussure folgendermaßen:

100 frische Zweige mit Blättern verlieren durch Trocknen an der Luft

	an Wasser		geben an Kohle		geben an Asche	
	a	b	a	b	a	b
	Fichte	51,17	48,24	10,62	11,11	1,187	1,128
Ferchenbaum . .	58,07	57,13	10,16	10,39	0,961	0,926
Oleander	59,73	52,78	9,05	9,62	0,654	0,339
Heidelbeeren . .	50,11	47,50	11,69	12,32	1,096	1,048
Wachholzer . .	55,19	49,45	10,63	11,46	1,081	1,082.

100 Asche enthalten:	Heidelbeerstrauch		Fichte		
	a	c	a	b	c
Kohlensaures Kali	16,38	23,50	3,60	7,36	15
Schwefel- u. salzsaures Kali			4,24	12,63	
Kohlensauren Kalk	40,35	53,70	46,34	51,19	63
Kohlensaure Bittererde	5,85		6,77		
Alaunerde	17,54	14,25	14,86	11,95	16
Kieselerde	13,45	1,75	13,49	6,87	
Eisen- u. Manganoryb	6,43	6,80	10,52	10,00	3
	100,00	100,00	99,82	100,00	97

	Dleander			Wachholber	
	a	b	c	a	c
Kohlen-, schwefel- und salzsaures Kali	10,82	12,25	17,76	15,25	14,0
Kohlensauren Kalk	30,02	57,60	71,54	64,25	66,6
Kohlensaure Bittererde	5,00				
Alaunerde	28,80	13,31	5,93		
Kieselerde	14,86	5,44		0,25	
Eisen- und Manganoryb	8,40	11,00	4,86		
	97,90	99,60	100,09		

100 eingesäherter Humus, auf welchem diese Pflanzen wuchsen:

	Fichteuerde.		Dleandererde.	Wachholbererde.
	a	c	c	c
Kalksalze		4,57	1,85	
Kohlensauren Kalk	1,16	23,20	16,35	
Kohlensaure Bittererde	0,37			
Alaunerde	14,00	37,10	43,70	
Kieselerde	60,50	13,71	14,27	13,0
Eisen- und Manganoryb	16,00	16,10	23,83	
	92,03	94,68	100,00	

Analysen einiger Pflanzenaschen von de Saussure.

(Chemische Untersuchungen über die Vegetation. Leipzig, Neclam 1805. S. 300 ff.)

Das von de Saussure in seinen Analysen eingeschlagene Verfahren besteht in Folgendem:

A. Die Asche wurde mit Wasser behandelt und der darin lösliche Theil in der zweiten der folgenden Columne in Rechnung gebracht.

B. Der in der vorhergehenden Operation bleibende Rückstand wurde in Salpetersäure gelöst und zur Trodne abgedampft, das im Wasser unauflöslich Zurückbleibende gab die Kieselerde.

C. Durch Fällung der in B. erhaltenen Auflösung mit Blutlaugensalz wurden nach Abzug von dem durch letzteres hinzugekommenen Eisen, Eisen und Manganorydul erhalten.

D. Durch weitere Fällung der Flüssigkeit mit Ammoniak erhält man die phosphorsauren Erden (Kalk und Bittererde).

E. Durch Behandlung dieses Niederschlags mit kauftischem Kali, Neutralisiren mit einer Säure und Fällung mit Ammoniak gab sich die den phosphorsauren Erden beige-mischte Thonerde (phosphorsaure) zu erkennen.

F. Durch weitere Fällung der Flüssigkeit D. mit kohlensaurem Natron erhielt man beim anhaltenden Kochen die kohlensauren Erdsalze.

G. Der Unterschied der in diesen verschiedenen Operationen erhaltenen Bestandtheile mit dem Gesamtgewicht der analysirten Asche, drückt den einige Procente betragenden Verlust und die Menge der löslichen Salze mit alkalischen Basen aus, welche durch die erste Behandlung mit Wasser nicht aufgelöst worden waren.

Nach dem zweiten Verfahren, welches de Saussure als das genauere bezeichnet, wurden vorzüglich diejenigen Aschen analysirt, welche phosphorsaure Alkalien enthielten.

Die Asche wurde in Salpetersäure gelöst, der Kalk und die Bittererde als phosphorsaure Salze geschieden, sodann

die Flüssigkeit zur Trodne abgedampft und unter Zusatz von Kohle geglüht.

a. Die rückständigen Salze wurden nun mit Essigsäure übersättigt, eingetrocknet und mit Alkohol behandelt, der phosphorsaures, schwefelsaures Kali und Chlorkalium zurückläßt.

b. Der Rückstand wurde in Wasser aufgenommen und mit essigsaurem Kalk vermischt; der erhaltene, getrocknete und geglühte Niederschlag wurde mit Essigsäure behandelt (c.) und was nicht aufgelöst wurde, als reiner phosphorsaurer Kalk angesehen, von welchem angenommen wurde, daß 100 Theile (phosphorsaurer Kalk) 129 phosphorsaurem Kali entsprechen [für $8\text{CaO} \cdot 3\text{P}_2\text{O}_5$ giebt dies $3(\text{P}_2\text{O}_5, 3\text{KO})$].

c. Die Auflösung a und c, sowie die nach der Fällung mit essigsaurem Kalk rückbleibende Flüssigkeit wurden abgedampft und geglüht, der Rückstand wurde gewogen und das Chlor und die Schwefelsäure daraus bestimmt, beide wurden als Chlorkalium und schwefelsaures Kali in Rechnung gebracht, nach Abzug dieser beiden Salze und des aus dem phosphorsauern Kalk berechneten Kali's von dem Gewicht des ganzen Rückstandes, erhielt man das neben dem phosphorsauern Kali frei vorhandene Kali.

Diese beiden Methoden können heutzutage auf Genauigkeit keinen Anspruch mehr machen. Da aber alle Analysen nach einerlei Methode angestellt sind, so bleiben die Resultate immer von Werth, insofern sie bis zu einem gewissen Grade vergleichbar mit einander sind.

Analysen von Pflanzensamen von de Cauffure.

100 Theile Masse enthalten	Reife Früchte der Pflanzensamen.	Samen der Vicia faba.	Reifenstroh.	Reifenförrer.	Reigentlic.	Matierengef.	Matieramen.	Reifenstroh.	Reifenförrer.	Vicia faba in der Blüthe.	Vicia faba ohne Samen.
Kali	51,	22,45	12,5	15,	14,	59,	14,	16,	18,	57,25	31
Phosphorsaures Kali	28,	43,93	5,	32,	30,	9,7	47,5	0,5	9,2	} 12,	14
Chlorallium	3,	0,9	3,	0,16	0,16	2,5	0,25	3,5	0,25		
Schwefelsaures Kali		2,	2,			1,25	0,25	7,75	1,5	18,	6
Phosphorsaure Erden	12,	27,92	6,2	44,5	46,5	5,	36,	12,5	32,5	5,	37,5
Kohlenfäure Erden			1,			1,		57,	35,5	2,	2,75
Kieselerde	0,5		61,5	0,5	0,5	18,	1,	0,5	0,25	0,5	0,57
Metallorthe	0,25	0,5	1,	0,25	0,25	0,5	0,12	2,25	2,8	8,25	6,
Verlust	5,25	2,3	7,8	7,59	8,59	3,05	0,88				

Namen der Erväächte.	Züchte von 1000 Züchten der trocknen Pflanze.	100 Züchte Asche enthalten					100 Züchte Asche geben an Wasser lösliche Salze ab.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Reakt.	Phosphor-saurer Kalk und Bittererde.	Metalloride (Eisen, Mangan.)	Kohlen-saure Erden.	Stieselde.	
Eichbaum, Blätter vom 10. Mai	53,	72,24	24,	0,94	0,12	3,	47,
» » » 27. Sept.	55,	42,5	18,25	1,75	23,	14,5	17,
» gefäähete Aeste . . .	4,	58,58	28,5	1,	12,25	0,12	26,
» Rinde derselben . . .	60,	29,75	4,5	1,75	63,25	0,25	7,
» Holz derselben . . .	2,	59,25	4,5	2,25	32,	2,	38,6
» Splint dieses Holzes .	4,	55,3	24,	2,	11,	7,5	32,
» Rinde dieses Holzes .	60,	28,5	3,	2,	66,	1,5	7,
» Bast dieser Rinde . . .	73,	29,75	3,75	1,	65,	0,5	7,
» Extract des Holzes .	61,	51,					
Eichenholz, Dammerbe	41,	32,5	10,5	14,	10,	32,	
Wässriger Extract dieser Dammerbe	111,	66,					
Blätter des Pappelbaums, Populus nigra vom 26. Mai	66,	51,5	13,	125,	29,	5,	36,

Namen der Gewächse.	Menge von 1000 Theilen des trocknen Pflanzen.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser lösliche Salze ab.
		Kalksalze und Salze mit alkalischer Base.	Phosphorsaurer Kalk und Bittererde.	Magnesiaoxide (Eisen, Mangan).	Kohlen-saure Erden.	Kiesel-erde.	
Blätter des Pappelbaums, <i>Populus nigra</i> , vom 12. Sept. . . .	93,	44,	7,	1,5	36,	11,5	26,
Stamm des Pappelbaums . . .	8,	50,5	16,75	1,5	27,	3,3	26,
Rinde desselben Holzes . . .	72,	29,2	5,3	1,5	60,	4,	6,
Blätter des Gesehnusstrauchs, <i>Corylus Avellana</i> vom 1. Mai . .	61,	50,7	23,3	1,5	22,	2,5	26,
Gesehnusblätter vom 22. Juni . .	62,	30,	19,5	2,	44,1	4,	22,7
„ „ 20. Sept. . . .	70,	44,	14,	1,5	29,	11,3	11,
Gesehnus Zweige „ „ . . .	5,	28,	12,	2,	36,	22,	24,5
Rinde derselben	62,	56,7	35,	0,12	8,	0,25	12,5

Namen der Gewächse.	Säfte von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Säfte enthalten				100 Theile Säfte geben an Wasser ab Theile
		Sulfaten und Salze mit alkalischer Basis.	Phosphorsäurer Kalk und Bittererde.	Phosphorsäurer Mineralhydrate.	Kohlensäure Erden.		Stiefelerde.
Holz der <i>Morus nigra</i>	7,	41,38	2,25	0,25	56,	21,
Epilut desselben Baumes	13,	47,5	27,25	0,25	24,	26,
Rinde desselben Baumes	89,	30,13	8,5	1,12	45,	7,
Saft der nämlichen Rinde	88,	34,38	16,5	1,	48,	10,
Holz der Weißbuche, <i>Carpinus betulus</i>	6,	48,63	23,	2,25	26,	22,
Epilut dito	7,	47,	36,	1,	15,	18,
Rinde dito	134,	34,88	4,5	0,12	59,	4,5
Koffeinkanen	35,	9,5				
Blätter dito 10. Mai	72,	50,				
23. dito vom 23. Juli	84,	24,				
ditto vom 27. September	86,	13,5				

nur die im Wasser löslichen Salze bestimmt.

Namen der Gewächse.	Asche von 1000 Theilen der trocknen Pflanze.	100 Theile Asche enthalten					100 Theile Asche geben an Wasser ab Asche.
		Alkalien und Salze mit alkalischer Reaktion.	Phosphor- säurer Kalk und Bittererde.	Phosphor- säure Magnesia.	Kohlensäure Erden.	Bittererde.	
Raffianblüthen	71,	50,					
Sonnenblumen vor der Blüthe, vom 25. Juni	147,	79,67	6,7	0,12	11,56	1,5	63,
dito vom 23. Juli	137,	79,78	6,	0,12	12,	1,5	61,
dito mit Samen	69,25	22,5	0,5	4,	3,75		51,5
Häfenblätter vom Jura, vom 20. Juni	29,	40,13	12,27	1,6	43,5	2,5	16,
dito von Stefelboden	29,	34,5	12,	5,5	29,	19	15,
Heidelbeere (Salfboden), vom 20. August	26,	36,38	18,	3,12	42,	0,5	17,
Heidelbeere (Stefelboden)	22,	41,5	22,	9,5	22,	5,	24,

Zweiter Theil.

Der

**chemische Proceß der Gährung,
Fäulniß und Verwesung.**

Chemische Metamorphosen.

Die organischen Verbindungen, Holzfaser, Zucker, Gummi und alle übrigen erleiden bei Berührung mit anderen Körpern gewisse Aenderungen in ihren Eigenschaften, sie erleiden eine Zersetzung.

Diese Zersetzungsweisen nehmen in der organischen Chemie zweierlei Formen an.

Denken wir uns eine aus zwei zusammengesetzten Körpern bestehende Verbindung, die krystallisirte Dralsäure z. B., die wir mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung bringen, so erfolgt bei der gelindesten Erwärmung eine vollkommene Zersetzung. Die krystallisirte Dralsäure ist eine Verbindung von Wasser mit Dralsäure, die concentrirte Schwefelsäure besitzt zu dem Wasser eine bei weitem größere Anziehung als die Dralsäure, sie entzieht der krystallisirten alles Wasser. In Folge dieser Wasserentziehung wird wasserfreie Dralsäure abgeschieden, aber diese Säure kann für sich, ohne mit einem andern Körper verbunden zu sein, nicht bestehen; ihre Bestandtheile theilen sich in Kohlenensäure und Kohlenoxyd, die sich zu gleichen Raumtheilen gasförmig entwickeln.

In diesem Beispiel ist Zersetzung in Folge des Austretens zweier Bestandtheile (der Elemente des Wassers) vor sich gegangen, die sich mit der Schwefelsäure vereinigt ha-

ben. Die größere, die überwiegende Verwandtschaft des einwirkenden Körpers (der Schwefelsäure) zu diesem Wasser war in diesem Fall die Ursache der Zersetzung.

In Folge des Austretens der Bestandtheile des Wassers treten die übrigen Elemente in einer neuen Form zusammen, wir hatten Dralsäure und bekommen alle Elemente derselben, als Kohlensäure und Kohlenoryd wieder.

Diese Zersetzungsweise, wo also die Veränderung durch einen Körper bewirkt wird, der sich mit einem oder mehreren Bestandtheilen eines zusammengesetzten Körpers verbindet, ist vollkommen ähnlich den Zersetzungen anorganischer Verbindungen.

Denken wir uns salpeterfaures Kali, was wir mit Schwefelsäure zusammenbringen, so wird Salpetersäure ausgeschieden, in Folge der Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kali, in Folge also der Bildung einer neuen Verbindung (des schwefelsauren Kali's).

Eine zweite Form nimmt diese Zersetzungsweise an, wenn durch die chemische Verwandtschaft des einwirkenden Körpers aus den Bestandtheilen des Körpers, welcher zersetzt wird, neue Verbindungen gebildet werden, von denen sich beide, oder nur der eine, mit dem einwirkenden Körper vereinigen.

Nehmen wir z. B. trocknes Holz und befeuchten es mit Schwefelsäure, so erfolgt nach kurzer Zeit unter Wärmeentwicklung eine wahre Verkohlung, wir finden die Schwefelsäure unverändert, aber mit mehr Wasser verbunden wieder, als sie vorher enthielt. Dieses Wasser war in dem Holze nur seinen Elementen nach (als Wasserstoff und Sauerstoff) zugegen, beide sind durch die chemische Anziehung der Schwefelsäure gewissermaßen gezwungen worden,

sich zu Wasser zu vereinigen, in Folge dessen ist der Kohlenstoff des Holzes als Kohle abgeschieden worden.

Blausäure und Wasser in Berührung mit Salzsäure zerlegen sich beide.

Aus dem Stickstoff der Blausäure und dem Wasserstoff einer gewissen Quantität Wasser entsteht Ammoniak, aus dem Kohlenstoff und Wasserstoff der Blausäure und dem Sauerstoff des Wassers entsteht Ameisensäure.

Das Ammoniak verbindet sich mit der Salzsäure.

Die Berührung der Salzsäure mit Wasser und Blausäure veranlaßte eine Störung in der Anziehung der Elemente von beiden, in Folge welcher sie sich zu zwei neuen Verbindungen ordneten, von denen die eine, das Ammoniak, die Fähigkeit besaß, eine Verbindung mit dem störenden Körper einzugehen.

Auch für diese Zeretzungsweisen, welche nicht minder häufig sind, bietet die anorganische Chemie Analoga dar, allein der organischen Chemie gehören noch ganz andere Zeretzungsweisen an, die sich von den eben angeführten darin unterscheiden, daß der einwirkende Körper keine Verbindung eingeht mit einem Bestandtheil der Materie, welche die Zeretzung oder Veränderung erfährt.

Es erfolgt in diesen Fällen eine Störung der Anziehungen unter den Elementen der Verbindung in der Art, daß sie sich zu einer oder mehreren neuen Verbindungen ordnen, welche unter gegebenen Bedingungen keiner weiteren Veränderung mehr unterliegen.

Wenn die organische Verbindung durch chemische Verwandtschaft eines zweiten Körpers, oder durch den Einfluß der Wärme, oder durch irgend andere Ursachen sich zersetzt, und zwar so, daß sich aus ihren Elementen zwei oder meh-

rere neue Verbindungen bilden, so heißt die Zersetzung eine chemische Metamorphose.

Die Bezeichnung einer chemischen Metamorphose schließt den bestimmten Begriff in sich ein, daß in der Zersetzung einer organischen Verbindung keines ihrer Elemente einzeln in Freiheit gesetzt wird. Die Veränderungen, welche in der organischen Natur mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet werden, sind chemische Metamorphosen, welche bewirkt werden durch eine bis jetzt unbeachtet gebliebene Ursache, deren Existenz in dem Folgenden dargelegt werden soll.

Die Ursache, wodurch Gährung, Fäulniß und Verwesung bewirkt werden.

Man ist erst in der letzten Zeit darauf aufmerksam geworden, daß ein Körper, der sich im Zustande der Verbindung oder der Zersetzung befindet, auf das Verhalten eines andern ihn berührenden Körpers nicht ohne Einfluß ist. Platin z. B. zerlegt nicht die Salpetersäure; selbst in dem Zustande der außerordentlichen Zertheilung, wo seine kleinsten Theile nicht mehr das Licht zurückwerfen, als Platin-schwarz, wird es, mit dieser Säure gekocht, nicht oxydirt. Eine Legirung von Platin mit Silber löst sich hingegen leicht in Salpetersäure. Die Drydation, welche das Silber erfährt, überträgt sich mithin dem Platin, es erhält

in Berührung damit die Fähigkeit, die Salpetersäure zu zerlegen.

Kupfer zerlegt das Wasser nicht beim Sieden mit verdünnter Schwefelsäure, eine Legirung von Kupfer, Zink und Nickel löst sich leicht unter Wasserstoffgasentwicklung in wasserhaltiger Schwefelsäure.

Zinn zerlegt die Salpetersäure mit außerordentlicher Leichtigkeit, das Wasser hingegen nur schwierig; bei der Auflösung von Zinn in verdünnter Salpetersäure geht mit der Zerlegung der Salpetersäure eine lebhafte Wasserzerlegung vor sich, neben einem Dryde des Zinns bildet sich Ammoniak.

In den angeführten Beispielen läßt sich die Verbindung oder Zerlegung nur bei dem letztern durch chemische Verwandtschaft erklären; allein bei den anderen sollte gerade durch elektrische Action die Drydationsfähigkeit des Platins oder Kupfers bei Berührung mit Silber oder Zink verhinbert oder aufgehoben werden, die Erfahrung zeigt aber, daß hierbei der Einfluß von entgegengesetzt elektrischen Zuständen bei weitem von der chemischen Action überwogen wird.

In einer minder zweifelhaften Form tritt die Erscheinung bei Materien ein, in welchen die Elemente nur mit einer schwachen Kraft zusammengehalten sind. Man weiß, daß es chemische Verbindungen so schwacher Art giebt, daß Aenderungen der Temperatur, des Electricitätszustandes, die bloße mechanische Reibung, oder die Berührung mit anscheinend durchaus indifferenten Körpern, eine Störung der Anziehung zwischen den Bestandtheilen dieser Körper in der Art bewirken, daß sie sich zerlegen, daß diese Bestandtheile nämlich sich zu neuen Verbindungen ordnen, ohne eine Verbindung mit den einwirkenden Körpern einzugehen. Diese

Körper stehen an der Grenze der chemischen Verbindungen, auf ihr Bestehen üben Ursachen einen aufhebenden Einfluß, welche auf Verbindungen von stärkerer Verwandtschaft durchaus wirkungslos sind. Durch eine geringe Erhöhung der Temperatur trennen sich die Elemente dreier Oxydationsstufen des Chlors mit der heftigsten Licht- und Wärmeentwicklung, Chlorstickstoff explodirt in Berührung mit einer Menge von Körpern, die sich bei gewöhnlicher Temperatur weder mit Chlor noch mit Stickstoff verbinden, und die Berührung irgend einer festen Substanz reicht bei dem Jodstickstoff und dem Silberoxyd-Ammoniak hin, um ein Zerfallen mit Explosion zu Wege zu bringen.

Niemand hat je daran gedacht, die Ursache der Zerlegung dieser Körper einer besondern von der chemischen Verwandtschaft verschiedenen Kraft zuzuschreiben, welche thätig wird, z. B. durch Berührung mit dem Barte einer Feder, und die in Folge ihres Auftretens die Zerlegung bedingt; man betrachtete von jeher diese Körper als chemische Verbindungen der schwächsten Art, in denen also die Bestandtheile in einem Zustande der Spannung sich befinden, die in jeder, auch der geringsten, Störung die chemische Verwandtschaft überwiegt. Diese Verbindungen bestehen nur durch die Trägheit (*vis inertiae*), ein jedes in Bewegung setzen, die Reibung, ein Stoß reichen hin, um das statische Moment der Anziehung der Bestandtheile, d. h. das Bestehen in einer bestimmten Form, aufzuheben.

Das Wasserstoffhyperoxyd gehört zu dieser Klasse von Körpern; es zerlegt sich mit allen Substanzen, die ihm den Sauerstoff entziehen, es zerlegt sich selbst augenblicklich durch Berührung mit vielen Körpern, wie mit Platin und metallischem Silber, welche keine Verbindung hierbei eingehen,

und in dieser Beziehung wird seine Zersetzung offenbar durch die nämliche Ursache bedingt, welche das Zerfallen des Jodstoffs und Knallsilbers veranlaßt. Bei dem Wasserstoffhyperoxyde hat man, merkwürdiger Weise, die Ursache der plötzlichen Trennung seiner Bestandtheile als eine von den gewöhnlichen Ursachen verschiedene angesehen, und sie einer neuen Kraft zugeschrieben, der man den Namen katalytische Kraft gegeben hat; man hat aber dabei nicht erwogen, daß die Wirkung des Platins und Silbers nur eine beschleunigende ist, denn auch ohne Berührung mit diesen Metallen zerlegt es sich unabwendbar von selbst, obwohl erst in längerer Zeit, beim bloßen Aufbewahren. Die plötzliche Trennung der Bestandtheile des Wasserstoffhyperoxyds unterscheidet sich von der des gasförmigen Chloroxyds oder des festen Jodstoffs nur insofern, als seine Zersetzung in einer Flüssigkeit vor sich geht.

Die merkwürdigste Erscheinung in dem Verhalten des Wasserstoffhyperoxyds, und gerade dieselbe, welche vor allem Andern die Aufmerksamkeit fesselt, insofern sie aus der Reihe der bekannten heraustritt, ist die Reduction, welche gewisse Dryde bei Berührung mit Wasserstoffhyperoxyd erleiden, in dem Augenblicke, wo sich kein Sauerstoff von dem Wasser trennt; hierher gehören Silberoxyd, Bleihyperoxyd und andere, in denen aller oder ein Theil des Sauerstoffs nur mit einer schwachen Kraft gebunden ist.

Während andere Dryde, in denen die Bestandtheile durch eine mächtige Verwandtschaft zusammengehalten werden, durch Berührung mit dem Wasserstoffhyperoxyd seine Zersetzung bewirken, ohne die geringste Aenderung zu erleiden, trennt sich bei Anwendung von Silberoxyd, mit dem sich entwickelnden Sauerstoff des Wasserstoffhyperoxyds aller

Sauerstoff des Silberoxyds und es bleibt metallisches Silber; von dem Bleihyperoxid trennt sich, unter denselben Umständen, die Hälfte Sauerstoff und entweicht als Gas. Man ist selbst im Stande, auf diesem Wege eine Zerlegung des Manganhyperoxyds in Sauerstoffgas und Drydul zu bewerkstelligen, wenn man gleichzeitig eine chemische Verwandtschaft auf das Manganorydul in Thätigkeit treten läst, eine Säure z. B., welche mit dem Drydul ein lösliches Salz bildet. Versetzt man Wasserstoffhyperoxyd mit Salzsäure und bringt sodann gepulvertes Manganhyperoxyd hinzu, so erhält man bei weitem mehr Sauerstoffgas, als das erstere für sich zu liefern im Stande ist, man findet aber in der rückständigen Flüssigkeit ein Manganorydulsalz, entstanden aus Manganhyperoxyd, dessen Hälfte Sauerstoff sich als Gas entwickelt hat.

Eine ganz ähnliche Erscheinung bietet das kohlen-saure Silberoxyd dar, wenn es mit manchen organischen Säuren zusammengebracht wird. Pyro=Traubensaure z. B. verbindet sich leicht mit reinem Silberoxyd zu einem weißen im Wasser schwer löslichen Salze; mit kohlen-saurem Silberoxyd zusammengebracht, trennt sich mit der entweichenden Kohlen-säure der Sauerstoff von einem Theile des Silberoxyds und es bleibt regulinisches Silber als schwarzes Pulver zurück (Berzelius).

Man kann den angeführten Erscheinungen keine andere Erklärung unterlegen, als daß hierbei Zersetzung oder Verbindung in Folge der Berührung mit einem andern Körper herbeigeführt wird, der sich selbst im Zustande der Zersetzung oder Verbindung befindet. Es ist klar, daß die Action, in der sich die Atome des einen Körpers befinden, auf die Atome des danebenliegenden zweiten Körpers von Einfluß

ist; sind diese Atome fähig, die nämliche Veränderung zu erfahren, so erleiden sie diese Veränderung; sie gehen Verbindungen oder Zersetzungen ein; allein wenn sie diese Fähigkeit für sich nicht besitzen, so hört ihre weitere Veränderung von dem Augenblicke an auf, wo sich die Atome des erstern Körpers in Ruhe befinden, wo mithin die Veränderung oder die Metamorphose dieses Körpers vollendet ist.

Der eine Körper übt auf den andern eine ähnliche Wirkung aus, wie wenn ein brennender Körper mit einem verbrennlichen zusammengebracht wird, nur mit dem Unterschiede, daß die Ursache der Mittheilung des Zustandes und der Fortdauer dieses Zustandes eine andere ist. Bei dem verbrennlichen Körper ist diese Ursache die Temperatur, welche sich in jedem Zeitmomente wieder neu erzeugt; in den Zersetzungs- und Verbindungsercheinungen, die wir betrachten, ist diese Ursache ein in chemischer Action begriffener Körper, und nur so lange thätig, als diese Action dauert.

Wir kennen aus zahllosen Erfahrungen, welchen Einfluß das bloße in Bewegungsetzen auf die Aeußerung der chemischen Kräfte ausübt; in einer Menge von Salzlösungen äußert sich z. B. die Cohäsionskraft nicht, wenn sie in der Wärme gesättigt, bei völliger Ruhe erkaltet; das aufgelöste Salz scheidet sich nicht krystallinisch aus, aber ein Sandkorn in die Flüssigkeit geworfen, sowie die kleinste Erschütterung, reicht hin, um die ganze Auflösung plötzlich und unter Wärmenentwicklung zum Erstarren zu bringen; wir sehen die nämliche Erscheinung bei Wasser, was weit unter 0° bei völliger Ruhe erkaltet werden kann, ohne zu gefrieren, was aber in dem Momente fest wird, wo seine Theile in Bewegung gesetzt werden.

Um in einer bestimmten Weise sich anzuziehen und zu

ordnen, muß die Trägheit zuerst überwunden werden, die Atome müssen in Bewegung gesetzt werden.

Eine verdünnte Auflösung eines Kalisalzes mit Weinsäure gemischt, giebt in der Ruhe keinen Niederschlag; setzt man die Flüssigkeit durch heftiges Umschütteln in Bewegung, so trübt sie sich augenblicklich und setzt Krystalle von Weinstein ab.

Eine Auflösung von einem Bittererdesalz, welche durch phosphorsaures Ammoniak nicht getrübt wird, setzt augenblicklich phosphorsaures Bittererde-Ammoniak an den Gefäßwänden ab, an den Stellen, wo sie mit einem Glasstabe in der Flüssigkeit gerieben werden.

Die Bewegung, mithin die Ueberwindung der Trägheit, des Beharrungsvermögens, verursacht in den so eben angeführten Bildungs- und Zersetzungsprocessen eine augenblickliche andere Lagerung der Atome eines Körpers, d. h. die Entstehung einer Verbindung, die vorher nicht vorhanden war.

Wie sich von selbst versteht, müssen diese Atome die Fähigkeit besitzen, sich auf diese bestimmte Weise zu ordnen, denn sonst würde Reibung und Bewegung ohne den geringsten Einfluß darauf sein.

Das bloße Beharren in der Lage, wo sich die Atome eines Körpers befinden, macht, daß uns viele Körper in anderen Zuständen mit anderen Eigenschaften begabt erscheinen, als sie nach ihren natürlichen Anziehungen besitzen. Geschmolzener und rasch erkalteter Zucker und Glas sind durchsichtig, von muschlichem Bruch, beide bis zu einem gewissen Grade elastisch und biegsam; der erstere wird beim Aufbewahren matt und undurchsichtig und zeigt alsdann im Bruche regelmäßige Spaltungsflächen, welche dem krystalli-

sirten Zucker angehören; das Glas nimmt diesen Zustand an und wird weiß und undurchscheinend, hart, so daß es am Stahle Funken giebt, wenn es lange Zeit hindurch bei einer hohen Temperatur im weichen Zustande erhalten wird.

Offenbar besaßen die Atome der beiden Körper in diesen verschiedenen Zuständen verschiedene Lagen, in dem erstern war ihre Anziehung nicht in den Richtungen thätig, in denen ihre Cohäsionskraft am stärksten war. Wir wissen, daß der geschmolzene Schwefel beim raschen Abkühlen in kaltem Wasser weich, durchsichtig und elastisch bleibt und sich in lange Fäden ziehen läßt, und daß er erst nach Stunden oder Tagen wieder hart und krystallinisch wird.

Das Bemerkenswerthe ist hierbei unstreitig, daß der amorphe Zucker und Schwefel, ohne Mitwirken einer äußern Ursache, in den krystallinischen Zustand wieder zurückkehrt, denn dies setzt voraus, daß ihre Atome eine andere Lage angenommen haben, daß sie mithin selbst im festen Zustande bis zu einem gewissen Grade Beweglichkeit besitzen. Die rascheste Umsezung oder Formänderung dieser Art kennt man vom Arragonit; identisch in seiner chemischen Zusammensetzung mit dem Kalkspath, beweist seine verschiedene Krystallform und Härte, daß seine Atome auf eine andere Weise geordnet sind, als beim Kalkspath; beim Erwärmen eines Arragonitkrystalls, bei dem Inbewegungsetzen seiner Atome durch die Ausdehnung heben wir ihr Beharrungsvermögen auf, und mit großer Kraft zerspringt in Folge dessen der Arragonitkrystall zu einem Haufwerk von Krystallen von Kalkspath.

Es ist unmöglich, sich über die Ursache dieser Veränderungen zu täuschen, sie ist eine Aufhebung des Zustandes der Ruhe, in Folge welcher die in Bewegung gesetzten

Theilchen eines Körpers entweder anderen, oder ihren eigenen natürlichen Anziehungen folgen.

Wenn aber, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, die mechanische Bewegung schon hinreicht, um bei vielen Körpern eine Form- und Zustandsänderung zu bewirken, so kann es um so weniger zweifelhaft erscheinen, daß ein im Zustand der Verbindung oder Zersetzung begriffener Körper fähig ist, gewissen anderen Körpern den nämlichen Zustand der Bewegung oder Thätigkeit zu ertheilen, in welchem sich seine Atome befinden, durch seine Berührung also mit anderen Körpern diese zu befähigen, Verbindungen einzugehen oder Zersetzungen zu erleiden.

Dieser Einfluß ist durch die angeführten Thatsachen aus dem Verhalten anorganischer Körper hinreichend belegt worden, er zeigt sich bei den organischen Materien bei weitem häufiger und nimmt die Form an von den umfassendsten und bewundernswürdigsten Naturerscheinungen.

Mit Gährung, Fäulniß und Verwesung bezeichnet man im Allgemeinen die Form- und Eigenschaftsänderungen, welche die complexen organischen Materien erleiden, wenn sie von den Organismen getrennt, bei Gegenwart von Wasser und einer gewissen Temperatur sich selbst überlassen werden. Gährung und Fäulniß sind Zersetzungsprocesse von der eigenthümlichen Art, die wir mit chemischen Metamorphosen bezeichnet haben; die Elemente der Körper, welche in Gährung oder Fäulniß überzugehen fähig sind, ordnen sich zu neuen Verbindungen, und in dieser Ordnungsweise nehmen meistens die Bestandtheile des Wassers einen bestimmten Antheil.

Die Verwesung ist verschieden von der Gährung und Fäulniß, insofern sie ohne Zutritt der Luft nicht statt-

findet, deren Sauerstoff hierbei von dem Körper aufgenommen wird, es ist eine langsame Verbrennung, bei welcher unter allen Umständen Wärme und zuweilen auch Licht entwickelt wird; bei den Zersetzungsprocessen, die man Fäulniß und Gährung nennt, entwickeln sich sehr häufig luftförmige Producte, die entweder geruchlos sind oder einen unangenehmen Geruch verbreiten.

Man ist gewissermaßen übereingekommen, mit dem Ausdruck Gährung die Metamorphose derjenigen Materien zu bezeichnen, welche geruchlose gasförmige Producte entwickeln, während die Bezeichnung Fäulniß gewöhnlich für diejenigen von selbst erfolgenden Zersetzungen gebraucht wird, in denen übelriechende Gasarten gebildet werden. Der Geruch kann aber, wie sich von selbst versteht, keineswegs über die Natur der Zersetzung als entscheidender Charakter gelten, beide, Gährung und Fäulniß, sind einerlei Zersetzungsprocess, die erstere von stickstofffreien, die andere von stickstoffhaltigen Substanzen.

Man ist ferner gewöhnt, eine gewisse Klasse von Metamorphosen von der Gährung und Fäulniß zu trennen, und zwar diejenige, wo Veränderungen und Umsetzungen erfolgen, ohne Entwicklung von gasförmigen Producten. Allein die physikalischen Zustände, in denen die neuen Verbindungen sich darstellen, sind, wie man weiß, rein zufällig, und deshalb nicht der entfernteste Grund vorhanden, Zersetzungen dieser Art, wie man gethan hat, einer besondern Ursache zuzuschreiben.

Gährung und Fäulniß.

Manche Materien gehen dem Anschein nach von selbst in Gährung und Fäulniß über, und dies sind namentlich diejenigen, welche Stickstoff oder stickstoffhaltige Substanzen beigemischt enthalten, und das Merkwürdigste hierbei ist, daß außerordentlich kleine Quantitäten derjenigen Substanzen, die in den Zustand der Gährung und Fäulniß übergegangen sind, die Fähigkeit besitzen, in unbegrenzten Mengen der nämlichen Materien denselben Act der Zersetzung hervorzurufen.

Eine kleine Quantität gährender Traubensaft zu nicht gährendem zugesetzt, bringt die ganze Quantität in Gährung.

Die kleinste Quantität im Zustande der Gährung begriffener Milch, Mehlteig, Rübensaft, faulenden Fleisches, Blut u. mit frischer Milch, Rübensaft, Mehlteig, Fleisch oder Blut in Berührung gebracht, macht, daß diese Materien in den nämlichen Zersetzungsproceß übergehen.

Diese Erscheinungen treten, wie man leicht bemerkt, aus der Klasse der gewöhnlichen Zersetzungen, die durch chemische Verwandtschaften bewirkt werden, heraus; ihre Elemente ordnen sich in Folge einer Störung nach ihren Verwandtschaften; es sind Aeußerungen chemischer Thätigkeiten, Umwandlungen oder Zersetzungen, die vor sich gehen in Folge der Berührung mit Körpern, die sich in dem nämlichen Zustande befinden.

Um sich ein klares Bild über diese Vorgänge zu ver-

schaffen, muß man analoge aber minder verwickelte Erscheinungen in's Auge fassen.

Die Zusammengesetztheit der organischen Atome und ihr Verhalten gegen andere Materien im Allgemeinen führt von selbst auf die wahre Ursache, durch welche diese Metamorphosen herbeigeführt werden.

Aus dem Verhalten der einfachen Körper weiß man, daß bei Bildung von Verbindungen die Kraft, mit welcher die Bestandtheile zusammenhängen, in demselben Verhältniß schwächer wird, in welchem die Anzahl der Atome in dem zusammengesetzten Atome zunimmt.

Manganorydul geht durch Aufnahme von Sauerstoff in Dryd, in Hyperoryd, in Mangan- und Uebermangansäure über, wodurch die Anzahl der Sauerstoffatome in dem ersten um die Hälfte vermehrt, oder verdoppelt, versünffacht wird, aber alle Sauerstoffmengen über die hinaus, welche in dem Drydul enthalten ist, sind bei weitem schwächer gebunden, die bloße Glühhitze treibt Sauerstoff aus dem Hyperoryde aus, und die Mangansäuren können von den Basen nicht getrennt werden, ohne augenblicklich eine Zersetzung zu erfahren.

Die umfassendsten Erfahrungen beweisen, daß die am einfachsten zusammengesetzten anorganischen Verbindungen die beständigsten, die den Veränderungen am meisten widerstehenden sind, und daß mit ihrer Zusammengesetztheit ihre Veränderlichkeit, ihre leichte Zersetzbarkeit zunimmt, offenbar nur deshalb, weil mit der Anzahl der Atome, welche in Verbindung treten, die Richtungen sich vervielfältigen, in denen ihre Anziehung thätig ist.

Welche Art von Vorstellung man auch über die Natur der Materie haben mag, die Existenz der chemischen Pro-

portionen weist jeden Zweifel über das Vorhandensein von gewissen begrenzten Gruppen oder Massen von Materie zurück, über deren weitere Spaltung oder Theilung wir keine Erfahrungen besitzen. Diese in der Chemie Aequivalente benannten Massen sind nicht unendlich klein; denn sie wiegen; indem sie, je nach ihren Anziehungen, sich auf die mannichfaltigste Weise ordnen, gehen aus dieser Verbindung die zahllosen zusammengesetzten Atome hervor, deren Eigenschaften in der organischen Natur nach der Form, ja man kann bei vielen sagen, nach der Richtung, nach dem Plage wechseln, den sie in dem zusammengesetzten Atome einnehmen.

Vergleicht man nun die Zusammensetzung der organischen mit den anorganischen Verbindungen, so wird man wahrhaft überrascht durch die Existenz von Verbindungen, in denen sich 90 und mehrere hundert einzelne Atome oder Aequivalente vereinigt finden zu einem einzigen zusammengesetzten Atom. Das Atom einer organischen Säure von einfacher Zusammensetzung, die Essigsäure z. B., enthält 12 Aequivalente, 1 Atom Chinasäure enthält 33, 1 Atom Zucker 36, Amygdalin enthält 90, und 1 Atom Talsäure 138 Aequivalente an Elementen, und die Bestandtheile der thierischen Körper übertreffen die genannten bei weitem noch an Zusammengesetztheit.

In eben dem Grade, als die anorganischen Verbindungen die organischen an Einfachheit in ihrer Zusammensetzung übertreffen, weichen sie von diesen durch ihr Verhalten ab. Während z. B. ein zusammengesetztes Atom, das schwefelsaure Kali, mit einer Menge von Materien in Berührung, nicht die geringste Veränderung in seinen Eigenschaften erleidet, während bei seiner Zerlegung mit anderen Substan-

gen die Cohäsionskraft, die Fähigkeit von einem feiner Bestandtheile, mit dem berührenden Körper eine unlösliche feste, oder bei gewisser Temperatur flüchtige Verbindung zu bilden, während also andere Ursachen mitwirken, um seine Zerlegung zu bewerkstelligen, finden wir bei complexen organischen Atomen nichts Aehnliches.

Betrachten wir die Formel des schwefelsauren Kali's: SKO_2 , so haben wir darin nur 1 Aeq. Schwefel und 1 Aeq. Kalium, wir können im höchsten Fall den Sauerstoff ungleich in der Verbindung vertheilt denken und bei einer Zerlegung einen Theil oder allen Sauerstoff der Verbindung entziehen, oder einen der Bestandtheile ersetzen, eine verschiedene Lagerung der Atome können wir aber nicht hervorbringen, eben weil es die einfachste Form ist, in welcher die gegebenen Elemente zu den Verbindungen zusammenzutreten die Fähigkeit besitzen.

Vergleichen wir damit die Zusammensetzung des Traubenzuckers, so haben wir darin auf 12 Aeq. Kohlenstoff, 12 Aeq. Wasserstoff und 12 Aeq. Sauerstoff; wir haben darin eine Anzahl von Atomen, von denen wir wissen, daß sie die mannichfaltigsten Verbindungen mit einander einzugehen vermögen; die Formel des Zuckers kann ausdrücken ein Hydrat des Kohlenstoffs, oder ein Hydrat des Holzes, oder der Stärke, oder des Milchezuckers, oder eine Verbindung von Aether mit Alkohol, oder von Ameisensäure mit Saccharulin; wir können, mit einem Worte, wenn wir die Elemente von Wasser hinzutreten lassen, oder einzelne Elemente in dem Zucker ersetzen, die meisten bekannten stickstofffreien organischen Stoffe durch Rechnung daraus entwickeln; die Elemente dazu sind also in der Zusammensetzung des Zuckers enthalten, und man kann hinzufügen, die Fähigkeit, zahl-

23*

lose Verbindungen mit einander zu bilden, ist in der Anziehung, welche diese Elemente zu einander gegenseitig haben, ebenfalls vorhanden.

Untersuchen wir nun, wie sich der Zucker bei Berührung mit Materien verhält, die eine bemerkbare Wirkung auf ihn haben, so finden wir, daß die Veränderungen, die er erfährt, nicht in die engen Grenzen eingeschlossen sind, die wir bei den anorganischen Verbindungen bemerken; diese Veränderungen haben in der That keine Grenzen.

Die Elemente des Zuckers folgen jeder Anziehung, und zwar einer jeden auf eine eigenthümliche Weise. Während bei den anorganischen Verbindungen eine Säure durch den Grad ihrer Verwandtschaft zu einem der Bestandtheile der Verbindung, die davon zerlegt wird, wirkt und ihren chemischen Charakter nie aufgibt, in welcher Form sie auch angewendet werden mag, zerstört und verändert sie den Zucker, nicht, indem sie eine vorhandene Basis vermöge ihrer größern Verwandtschaft in Beschlag nimmt, sondern indem sie das Gleichgewicht in der Anziehung der Elemente des Zuckers aufhebt. Salzsäure und Schwefelsäure, in ihrer Wirkungsweise und Zusammensetzung so sehr von einander verschieden, wirken auf einerlei Weise auf den Zucker in verdünntem Zustande anders, als in concentrirtem, bei gelinder Wärme wieder anders, als beim Sieden. Während die concentrirte Schwefelsäure bei mäßiger Concentration den Zucker, unter Bildung von Ameisensäure und Essigsäure, in eine schwarze kohlige Materie verwandelt, zerlegt sie ihn, bei Gegenwart von mehr Wasser, in zwei braune Substanzen, die beide Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten. Durch die Einwirkung der Alkalien entsteht aus den Elementen des Zuckers eine Reihe von durchaus verschiedenen neuen

Producten, und durch oxydirende Materien, durch Salpetersäure z. B., entwickeln sich daraus Kohlensäure, Ameisensäure, Essigsäure, Zuckersäure und noch viele andere Producte, die nicht untersucht sind.

Wenn man sich nach diesen Erfahrungen eine Vorstellung über die Kraft macht, mit welcher die Elemente des Zuckers zusammenhängen, und die Größe dieser Anziehung nach dem Widerstande beurtheilt, welchen sie einem darauf einwirkenden Körper entgegensetzen, so scheint das Zuckeratom als solches nur durch die Trägheit seiner Elemente zu bestehen, durch das Beharren an dem Orte und in dem Zustande also, in dem sie sich befinden, denn ein Behaupten dieses Zustandes durch ihre eigene Anziehung, wie bei dem schwefelsauren Kali, beobachten wir nicht.

Gerade diejenigen organischen Verbindungen nun, die sich dem Zucker ähnlich verhalten, sehr zusammengesetzte organische Atome also, sind allein fähig, die Zersezungen zu erleiden, welche wir Gährung und Fäulniß nennen.

Wir haben gesehen, daß Metalle die Fähigkeit erhalten, Wasser oder Salpetersäure zu zerlegen, eine Fähigkeit, die sie für sich nicht besaßen, durch die bloße Berührung mit anderen, die sich in dem Zustande der Verbindung befinden; wir sehen bei dem Wasserstoffhyperoxyd und Wasserstoffhyperfulfid, daß in dem Act ihrer Zersezung Verbindungen ähnlicher Art, in denen die Elemente bei weitem stärker gebunden sind, ohne daß eine chemische Verwandtschaft hierbei mitwirkt, die nämliche Zerlegung erfahren, und man wird in den Materien, welche Gährung und Fäulniß bewirken, bei genauerer Beachtung die nämliche Ursache erkennen, welche die obigen Erscheinungen bedingt.

Es ist diese Ursache ein jeder Körper, der sich im Zu-

stande der Zersetzung befindet, sie ist eine Störung des statischen Moments der Anziehungen der Elemente, eines complexeren organischen Atoms, in deren Folge sich die Elemente nach ihren speciellen Anziehungen aufs Neue gruppiren.

Die Beweise für die Existenz dieser Ursache lassen sich leicht entwickeln; sie gehen aus dem Verhalten der Körper hervor, welche Gährung und Fäulniß bewirken; sie ergeben sich aus der Regelmäßigkeit, man kann sagen, Gesetzmäßigkeit, in welcher die Theilung der Elemente in den erfolgenden Metamorphosen vor sich geht, und diese Regelmäßigkeit ist ausschließlich begründet in der ungleichen Verwandtschaft, die sie in isolirtem Zustande zu einander besitzen. Aus dem Verhalten der Holzkohle zum Wasser, aus dem der einfachsten Stickstoffverbindung, des Cyans, zu demselben Körper, lassen sich alle Metamorphosen stickstofffreier und stickstoffhaltiger Körper entwickeln.

Metamorphosen stickstoffreicher Körper.

Bringen wir Sauerstoff und Wasserstoff in der Form von Wasserdämpfen, demnach in gleichen Wirkungswerten mit Kohle, in einer Temperatur zusammen, bei welcher sie die Fähigkeit besitzt, eine Verbindung mit einem dieser Elemente einzugehen, so sieht man, daß sich unter allen Umständen ein Dryd des Kohlenstoffs, Kohlenoxyd oder Kohlenäure, bildet, während Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; die Zerlegung des Wassers durch Kohle und die Bildung des Kohlenoxyds oder der Kohlenäure beweisen, daß in einer höhern Temperatur die Affinität des Kohlenstoffs zum Sauerstoff größer ist, als die des letztern zum Wasserstoff. Der Kohlenstoff theilt sich nicht in die Bestandtheile des Wassers, es entsteht kein Kohlenwasserstoff.

Essigsäure und Meconsäure erleiden durch den Einfluß der Wärme eine wahre Metamorphose, d. h. eine Spaltung in neue Verbindungen ohne Ausscheidung eines ihrer Elemente. Aus der Essigsäure entsteht Kohlenäure und Aceton, aus der Meconsäure Kohlenäure und Komenäure, durch höhere Temperatur erleidet die letztere eine neue Metamorphose; sie zerlegt sich wieder in Kohlenäure und Pyromeconsäure.

Der Kohlenstoff dieser Materien theilt sich in diesen Zerlegungen in ihren Sauerstoff und Wasserstoff; auf der einen Seite sehen wir Kohlenäure, auf der andern ein Dryd ei-

nes Kohlenwasserstoffs auftreten, in welchem aller Wasserstoff enthalten ist.

Bei der Metamorphose von Alkoholdämpfen in mäßiger Glühige theilt sich der Kohlenstoff auf ähnliche Weise und es entsteht ein Dryd einer Kohlenwasserstoffverbindung, die allen Sauerstoff enthält (Aldehyd), und gasförmige Kohlenwasserstoffverbindungen.

Bei diesen Metamorphosen durch Wärme sind, wie man sieht, keine fremden Verwandtschaften thätig, welche auf die Form und Zusammensetzung der neuen Producte einen Einfluß ausüben konnten; es sind die besonderen Anziehungen der Elemente allein im Spiel, die sich, je nach dem Grade ihrer Verwandtschaften, zu neuen Verbindungen ordnen, beständig und unveränderlich unter den Bedingungen, in welchen sie gebildet werden, sich aufs Neue umsetzend, wenn diese Bedingungen geändert werden. Vergleichen wir nun die Producte mit einander, zu denen zwei in ihrer Zusammensetzung ähnliche, aber in ihren Eigenschaften verschiedene Materien in zwei durch verschiedene Ursachen erfolgenden Metamorphosen Veranlassung geben, so finden wir, daß die Art der Umsetzung, die Spaltung und Theilung der Atome absolut die nämliche ist.

In den Metamorphosen des Holzes auf dem Boden von Sümpfen, die wir Fäulniß nennen, theilt sich sein Kohlenstoff in den Wasserstoff und Sauerstoff seiner eigenen Substanz und den des Wassers, neben reiner Kohlenensäure entwickelt sich ein Kohlenwasserstoff, der eine der Kohlenensäure ähnliche Zusammensetzung besitzt.

In der Metamorphose des Zuckers, die wir Gährung nennen, theilen sich seine Elemente in Kohlenensäure, welche

$\frac{2}{3}$ von dem Sauerstoff des Zuckers, und in Alkohol, der allen Wasserstoff enthält.

In der Metamorphose der Essigsäure durch Glühhitze entsteht Kohlensäure, welche $\frac{2}{3}$ von dem Sauerstoff der Essigsäure, und Aceton, welches allen Wasserstoff enthält.

Man sieht leicht, daß die Elemente einer complexen Verbindung ihren speciellen Anziehungen überlassen (und dies geschieht bei jeder Störung in den Anziehungen der Elemente einer Verbindung, durch welche Ursache sie auch erfolgen mag, daß die Theilung dieser Elemente, ihre Umsezung zu neuen Verbindungen stets nach einer und derselben Weise vor sich geht, mit dem einzigen Unterschiede jedoch, daß die Natur der gebildeten Producte stets abhängig bleibt von der Anzahl der Atome der Elemente, die in Action treten, daß also die Producte je nach der Zusammensetzung der Substanz in's Unendliche wechseln.

Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper.

Wenn wir die Materien in's Auge fassen, welche die Eigenschaft, Metamorphosen, Gährung und Fäulniß zu bewirken, im vorzüglichsten Grade besitzen, so finden wir, daß es ohne Ausnahme solche sind, in deren Zusammensetzung der Stickstoff einen Bestandtheil ausmacht. Wir finden, daß in vielen derselben eine Umsezung ihrer Elemente zu neuen Producten von selbst erfolgt, von dem Augenblicke an, wo sie aufhören, dem lebenden Organismus anzugehören, wo sie

also aus der Sphäre der Anziehung heraustreten, durch die allein sie zu bestehen vermögen.

Wir kennen zwar stickstofffreie Körper, die ebenfalls nur in Verbindung mit andern einen gewissen Grad von Beständigkeit besitzen, die im isolirten Zustande also unbekannt sind, eben weil ihre Elemente, der Kraft entzogen, durch deren Wirkung ihre Elemente zusammengehalten sind, sich nach ihren eigenen Anziehungen ordnen; Uebermangansäure, Mangansäure, unterschweflige Säure sind schon als Verbindungen dieser Classe bezeichnet worden, allein, wie bemerkt, diese Eigenschaft kommt nur wenigen stickstofffreien Verbindungen zu.

Ganz anders verhält es sich mit den stickstoffhaltigen Körpern; man kann sagen, daß in der eigenthümlichen Natur des Stickstoffs die Ursache der außerordentlichen Leichtigkeit gegeben ist, welche ihre eigene Zerstörung herbeiführt. Als das indifferenteste unter den bekannten Elementen zeigt er keine hervorstechende Anziehung zu irgend einem andern einfachen Körper, und diesen Charakter trägt der Stickstoff in alle Verbindungen über, die er einzugehen fähig ist, ein Charakter, der seine leichte Trennung von den Materien, mit denen er verbunden ist, erklärlich macht.

Nur wenn seine Quantität im Verhältniß zu den Elementen, mit denen er verbunden ist, eine gewisse Grenze übersteigt, wie bei Melamin, Ammelin u., fangen die Stickstoffverbindungen an, eine gewisse Beständigkeit zu erhalten; sie verlieren ebenfalls bis zu einem gewissen Grade ihre Veränderlichkeit, wenn seine Quantität zu der Masse der Elemente, mit denen er verbunden ist, zu der Summe ihrer Anziehungen also, ein Minimum beträgt, wie bei den organischen Basen.

Wir sehen in den beiden Knallsilbern, dem Knallquecksilber, dem Jod- und Chlorstickstoff in den sogenannten fulminirenden Verbindungen diesen Charakter der leichten Umsetzung am entschiedensten hervortreten.

Alle anderen erhalten die nämliche Fähigkeit, sich zu zerlegen, wenn ihnen die Elemente des Wassers dargeboten werden, ja die meisten sind keiner Metamorphose fähig, wenn diese Bedingung ihrer Umsetzung ausgeschlossen ist.

Die veränderlichsten stickstoffhaltigen Substanzen, Theile von Organismen, gehen in trockenem Zustande nicht in Fäulniß über.

Aus den Resultaten der bekannten Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper ergibt sich nun, daß hierbei das Wasser nicht bloß als Medium dient, welches den sich umsetzenden Elementen Bewegung gestattet; es stellt sich klar daraus hervor, daß sie in Folge von chemischer Verwandtschaft vor sich gehen.

Fragen wir nun nach den Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Körper im Allgemeinen erleiden, wenn ihnen die Bestandtheile des Wassers unter Umständen dargeboten werden, wo ihre Zersetzung, gleichgültig durch welche Ursache, herbeigeführt wird, so ergibt sich als eine Regel, die keine Ausnahme kennt, daß unter diesen Bedingungen der Stickstoff dieser Substanzen stets bei vollendeter Zersetzung als Ammoniak in Freiheit gesetzt wird. Alle stickstoffhaltigen organischen Materien entwickeln durch die Einwirkung von Alkalien allen Stickstoff in der Form von Ammoniak; Säuren und eine erhöhte Temperatur wirken auf die nämliche Weise; nur beim Mangel an Wasser oder seinen Elementen bilden sich Cyan und andere Stickstoffverbindungen.

Man kann hieraus entnehmen, daß das Ammoniak die

stärkste Stickstoffverbindung ist, daß Wasserstoff und Stickstoff zu einander einen Grad von Verwandtschaft besitzen, der die Anziehung des Stickstoffs zu allen übrigen übertrifft.

Bei den stickstofffreien Materien haben wir in der ausgezeichneten Verwandtschaft, welche der Kohlenstoff zum Sauerstoff besitzt, eine Ursache kennen gelernt, welche die Spaltung der Elemente eines complexeren organischen Atoms nach einer bestimmten Weise herbeiführt; in den stickstoffhaltigen macht aber der Kohlenstoff einen nie fehlenden Bestandtheil aus, und in diesen kommt in der hervorstechenden Verwandtschaft des Stickstoffs zum Wasserstoff eine neue höchst kräftige Ursache einer leichtern Umsezung der Bestandtheile hinzu.

Bei den stickstofffreien Körpern haben wir ein Element, bei den stickstoffhaltigen zwei Elemente, die sich in die Elemente des Wassers theilen, wir haben darin zwei entgegengesetzte Verwandtschaften, die ihre Wirkung gegenseitig verstärken.

Wir wissen nun, daß wir im Stande sind, durch den Einfluß zweier Verwandtschaften die stärksten Anziehungen zu überwinden, wir bringen mit der größten Leichtigkeit eine Zersetzung der Thonerde hervor, wenn wir die Verwandtschaft der Kohle auf ihren Sauerstoff und die des Chlors auf das Aluminium in Thätigkeit setzen, eine Zersetzung, die mit jedem allein nicht bewirkt werden kann, und es ist mithin in der Natur und der Constitution der Stickstoffverbindungen selbst eine Art von Spannung der Bestandtheile, eine hervorstechende Neigung zu Metamorphosen gegeben, welche bei vielen eine von selbst erfolgende Umsezung von dem Augenblick an bewirkt, wo sie mit Wasser oder mit den Elementen des Wassers in Berührung gebracht werden.

Das Verhalten der einfachsten aller stickstoffhaltigen Säuren, des Cyansäurehydrats, ist vielleicht am besten im Stande, eine bestimmte Vorstellung über diese Theilungsweise zu geben.

Diese Säure enthält Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff genau in den Verhältnissen, daß mit dem Hinzutreten einer gewissen Menge Wasser die Elemente dieses Wassers gerade hinreichen, sein Sauerstoff einerseits, um mit ihrem Kohlenstoff und Sauerstoff Kohlensäure, und sein Wasserstoff andererseits, um mit ihrem Stickstoff Ammoniak zu bilden.

Bei diesen Körpern vereinigen sich also die günstigsten Bedingungen, um die vollkommenste Metamorphose zu erleiden, und es ist wohl bekannt, daß diese Spaltung augenblicklich erfolgt, sobald die Cyansäure mit Wasser zusammengebracht wird; unter lebhaftem Aufbrausen verwandelt sie sich in Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Zersetzung läßt sich als Typus aller Metamorphosen stickstoffhaltiger Körper betrachten, es ist die Fäulniß in ihrer reinsten und vollendetsten Form, denn die neuen Producte, Kohlensäure und Ammoniak, sind keiner weiteren Metamorphose mehr fähig.

Eine ganz andere und weit verwickeltere Form nimmt aber die Fäulniß an, wenn die ersten Producte, welche gebildet werden, einer fortschreitenden Veränderung unterliegen; sie zerfällt in diesen Fällen in mehrere Perioden, bei denen es unmöglich ist, die Grenze zu bestimmen, wo die eine aufhört und die andere anfängt.

Die Metamorphose einer aus Kohlenstoff und Stickstoff bestehenden Verbindung, des Cyans, des einfachsten unter allen stickstoffhaltigen Körpern, giebt eine klare Vorstellung von der Mannichfaltigkeit der Producte, die hierbei auftreten

es ist die einzige Fäulniß einer stickstoffhaltigen Substanz, die einigermaßen untersucht ist.

Eine Auflösung von Cyan im Wasser trübt sich nach kurzer Zeit und setzt eine schwarze oder braunschwarze Materie ab, welche die Ammoniakverbindung eines Körpers ist, der durch eine einfache Vereinigung von Cyan mit Wasser entsteht. Diese Substanz ist unlöslich im Wasser und entzieht sich durch ihren Zustand jeder weitem Veränderung.

Eine zweite Metamorphose wird bedingt durch die Theilung des Cyans in die Elemente des Wassers; es entsteht Cyansäure, indem sich eine gewisse Menge Cyan mit Sauerstoff verbindet, es bildet sich Blausäure, indem eine andere Portion Cyan sich mit dem freiwerdenden Wasserstoff vereinigt.

Eine dritte Metamorphose erfährt das Cyan, indem eine vollkommene Spaltung der Elemente des Cyans und eine Theilung dieser Elemente in die Bestandtheile des Wassers stattfindet. Dralsäure auf der einen Seite, Ammoniak auf der andern, sind die Producte dieser Spaltung.

Cyansäure, deren Bildung so eben erwähnt worden ist, kann in Berührung mit Wasser nicht bestehen; sie zerfällt sich im Moment ihrer Bildung, wie oben erwähnt, in Kohlenensäure und Ammoniak, die sich neu bildende Cyansäure entgeht aber dieser Zersetzung; indem sie mit dem freigewordenen Ammoniak in Verbindung tritt, entsteht Harnstoff.

Die Blausäure zerfällt sich ebenfalls in eine braune Materie, welche Wasserstoff und Cyan, das letztere in einem größern Verhältniß, als im gasförmigen, enthält; es wird bei ihrer Zersetzung ebenfalls Dralsäure, Harnstoff und Koh-

len Säure gebildet, und durch Spaltung ihres Radicals tritt Ameisensäure als neues Product auf.

Eine Substanz mithin, welche nur Kohlenstoff und Stickstoff enthält, liefert im Ganzen acht von einander durchaus verschiedene Producte.

Einige dieser Producte sind durch die Metamorphose des ursprünglichen Körpers, durch die Theilung seiner Elemente in die Bestandtheile des Wassers, andere in Folge einer weitern Spaltung der ersteren entstanden.

Der Harnstoff, das kohlen saure Ammoniak sind durch die Verbindung von zwei der gebildeten Producte entstanden; an ihrer Bildung haben alle Elemente Antheil genommen.

Wie aus den eben angeführten Beispielen entnommen werden kann, umfassen die Zersetzungen durch Gährung oder Fäulniß in ihren Resultaten verschiedene Erscheinungen.

Es sind entweder Umsetzungen der Elemente einer complexeren Verbindung zu neuen Verbindungen, welche mit oder ohne Hinzuziehung der Elemente des Wassers vor sich gehen.

In den neuen auf diese Weise gebildeten Producten findet man entweder genau das Verhältniß der Bestandtheile wieder, welche vor der Metamorphose in der Materie enthalten waren, oder man findet darin einen Ueberschuß, der in den Elementen des Wassers besteht, welche Antheil an der Theilung der Elemente genommen haben.

Oder es sind Umsetzungen zweier und mehrerer complexer Verbindungen, aus welchen die Elemente beider sich wechselseitig mit oder ohne Hinzutreten der Elemente des Wassers zu neuen Producten ordnen. Bei dieser Art von Metamorphosen enthalten also die neuen Producte die Summe der Bestandtheile aller Verbindungen, welche an der Zersetzung Antheil genommen haben.

Die erstere Zersetzungsweise charakterisirt die eigentliche Gährung, die andere die sogenannte Fäulniß. Wir werden in dem Folgenden diese Bezeichnungsweise stets nur für die beiden in ihren Erfolgen sich wesentlich von einander unterscheidenden Metamorphosen beibehalten.

Gährung des Zuckers.

Die eigenthümliche Zersetzung, welche der Zucker erfährt, läßt sich als der Typus aller der Metamorphosen betrachten, welche mit Gährung bezeichnet werden *).

Die Analyse des Rohrzuckers hat auf eine unzweifelhafte Weise ergeben, daß er die Elemente von Kohlensäure und Alkohol, minus 1 Atom Wasser enthält.

*) Wenn in eine mit Quecksilber gefüllte graduirte Glocke 1 Cubiccentimeter mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührte Bierhefe und 10 Gramme einer Rohrzuckerlösung gebracht wird, die 1 Gramme reinen Zucker enthält, so findet man in der Glocke nach 24 Stunden, wenn das Ganze einer Temperatur von 20—25° ausgesetzt gewesen ist, ein Volumen Kohlensäure, welches bei 0° und 0,76 Meter B. 245—250 CC. entspricht. Rechnet man hierzu 11 CC. Kohlensäure, womit die 11 Grm. Flüssigkeit sich gesättigt finden, so hat man mithin im Ganzen 255—259 CC. Kohlensäure erhalten; dieses Volumen Kohlensäure entspricht aber 0,503 bis 0,5127 Grm. dem Gewichte nach. Thénard erhielt ferner von 101 Grm. Rohrzucker 0,5262 absoluten Alkohol. 100 Th. Rohrzucker liefern also im Ganzen 103,89 Th. an Kohlensäure und Alkohol zusammengenommen. In diesen beiden Producten sind aber 42 Theile Kohlenstoff enthalten, und dies ist genau die Menge, welche ursprünglich in dem Zucker enthalten war.

Aus den Producten seiner Gährung ergibt sich, daß der Alkohol und die Kohlensäure zusammen 1 Atom Sauerstoff und 2 Atome Wasserstoff, die Elemente also von 1 Atom Wasser mehr enthalten als der Zucker, und dies erklärt auf die befriedigendste Weise, woher der Gewichtsüberschuß an den erhaltenen Producten kommt, es haben die Elemente von 1 Atom Wasser Antheil genommen an der Metamorphose des Zuckers.

Dem Verhältniß nach, in welchem sich der Rohrzucker mit Aequivalenten von Basen verbindet, so wie aus der Zusammensetzung seines Drydationsproducts, der Zuckersäure, weiß man, daß 1 Atom Zucker 12 Aequivalente oder Atome Kohlenstoff enthält.

Keins von diesen Kohlenstoffatomen ist darin in der Form von Kohlensäure enthalten, denn man erhält diese ganze Quantität Kohlenstoff als Dralsäure wieder, wenn man den Zucker mit übermangansaurem Kali behandelt. Dralsäure wird aber als eine niedere, die Kohlensäure als die höchste Drydationsstufe des Kohlenstoffs betrachtet, und es ist unmöglich, durch einen der kräftigsten Drydationsproceße, wie durch Behandlung mit übermangansaurem Kali, ein niederes Dryd aus einem höhern entstehen zu machen.

Der Wasserstoff des Zuckers ist in diesem Körper nicht in der Form von Alkohol vorhanden, denn durch Behandlung mit Säuren, namentlich mit einer sauerstofffreien, der Salzsäure, wird der Zucker in Wasser und eine moderartige Kohle zersetzt, und man weiß, daß keine Alkoholverbindung eine solche Zerlegung durch Salzsäure erfährt.

Der Zucker enthält mithin weder fertig gebildete Kohlensäure noch Alkohol; diese Körper sind in Folge einer Spal-

tung seines eigenen Atoms, mit Zuziehung der Elemente des Wassers gebildet worden.

Bei dieser Metamorphose des Zuckers findet man also in den Producten keinen Bestandtheil der Substanz, durch deren Berührung seine Zersetzung herbeigeführt wurde. Der nämliche Zucker, welcher mit Hefe in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, zerlegt sich bei Berührung mit faulendem weißen Käse in Buttersäure unter Entwicklung von Wasserstoffgas (Pelouze und Gélis).

Nehmen wir jetzt nun einen Pflanzensaft, welcher reich ist an Zucker, und der neben diesem Bestandtheil noch andere Materien, vegetabilisches Eiweiß, Kleber &c. enthält, wie z. B. den Saft von gelben Möhren, Runkelrüben, Zwiebeln &c., überlassen wir ihn mit Bierhefe der gewöhnlichen Temperatur, so geräth er in Gährung, wie das Zuckerwasser; es entweicht unter Aufbrausen Kohlensäure, und in der rückständigen Flüssigkeit findet man eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge Alkohol; überlassen wir ihn sich selbst bei einer Temperatur von 35—40°, so geräth er ebenfalls in Gährung, es entwickeln sich Gase in beträchtlicher Menge, welche von einem unangenehmen Geruch begleitet sind, und wenn die Flüssigkeit nach vollendeter Zersetzung untersucht wird, so findet man darin nur Spuren von Alkohol. Der Zucker ist verschwunden und mit dem Zucker alle vorher in dem Saft enthaltenen stickstoffhaltigen Körper. Beide haben sich gleichzeitig mit und neben einander zersetzt; der Stickstoff der stickstoffhaltigen Substanzen findet sich in der Flüssigkeit als Ammoniak wieder und neben dem Ammoniak drei neue Producte, welche aus den Bestandtheilen des Pflanzensaftes erzeugt worden sind. Die eine ist eine wenig flüchtige stickstofffreie Säure, die Milchsäure, die andere ist der krystalli-

nische Körper, der den Hauptbestandtheil der Manna ausmacht, und die dritte ist eine feste, dem arabischen Gummi ähnliche Masse, welche mit Wasser einen dicken zähen Schleim bildet. Die drei Producte zusammen wiegen, ohne das Gewicht der gasförmigen Producte zu rechnen, mehr, als der im Saft enthaltene Zucker; sie sind also nicht aus den Elementen des Zuckers allein entstanden; keins von den dreien war vor dieser Metamorphose in dem Saft zu entdecken, sie sind also durch eine Umsezung der Bestandtheile des Zuckers mit denen der fremden Substanzen gebildet worden, und dieses Ineinandergreifen von zwei und mehreren Metamorphosen ist es, was wir die eigentliche Fäulniß nennen.

Hefe, Ferment.

Wendet man seine Aufmerksamkeit den Materien zu, durch welche Gährung und Fäulniß in anderen Körpern erregt werden, so findet man bei genauem Beachten ihres Verhaltens und ihrer Verbindungsweise, daß sie ohne Ausnahmen Substanzen sind, deren eigene Elemente sich im Zustande der Umsezung befinden.

Betrachten wir zuvörderst die merkwürdige Materie, die sich aus gährendem Bier, Wein und Pflanzensäften in unlöslichem Zustande absetzt, und die den Namen Ferment, Gährungsstoff, von ihrem ausgezeichneten Vermögen erhalten hat, Zucker und süße Pflanzensäfte in Gährung zu

versehen, so beobachten wir, daß das Ferment sich in jeder Hinsicht wie ein in Fäulniß und Verwesung begriffener stickstoffhaltiger Körper verhält.

Das Ferment verwandelt den Sauerstoff der umgebenden Luft in Kohlensäure und entwickelt noch Kohlensäure aus seiner eigenen Masse (Colin), unter Wasser fährt es fort, Kohlensäure und übelriechende Gase zu entwickeln (Thénard), und ist zuletzt in eine dem alten Käse ähnliche Masse verwandelt (Proust); seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, ist mit Vollendung dieser Fäulniß verschwunden.

Zur Erhaltung der Eigenschaften des Ferments ist die Gegenwart von Wasser eine Bedingung; schon durch bloßes Auspressen wird seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, verringert, durch Austrocknen wird sie vernichtet; sie wird gänzlich aufgehoben durch Siedhize, Alkohol, Kochsalz, ein Uebermaß von Zucker, Quecksilberoxyd, Sublimat, Holzessig, schweflige Säure, salpetersaures Silberoxyd, ätherische Oele, durch lauter Substanzen also, welche der Fäulniß entgegenwirken.

Der unlösliche Körper, den man Ferment nennt, bewirkt die Gährung nicht. Wird die Bier- oder Weinhefe mit ausgekochtem kalten destillirten Wasser sorgfältig ausgewaschen mit der Vorsicht, daß die Substanz stets mit Wasser bedeckt bleibt, so bringt der Rückstand die Gährung in Zuckerverwasser nicht mehr hervor.

Der lösliche Theil des Ferments bewirkt die Gährung ebenfalls nicht. Ein in der Wärme bereiteter klarer wässriger Aufguß von Ferment kann mit Zuckerverwasser in einem verschlossenen Gefäße zusammengebracht werden, ohne das mindeste Zeichen von Zersezung hervorzubringen. Wo ist nun, kann man fragen, der Stoff oder die

Materie, wo ist der Erreger der Gährung in dem Ferment, wenn die unlöslichen und löslichen Bestandtheile des Ferments diese Zersetzung nicht hervorzubringen vermögen? Dies ist von Colin auf die entschiedenste Weise beantwortet worden; sie wird durch den aufgelösten Stoff bewirkt, wenn der wässerige Aufguß an der Luft erkaltet und eine Zeitlang mit der Luft in Berührung gelassen war; in diesem Zustande mit Zuckerverwasser zusammengebracht, bringt er eine lebhaftere Gährung hervor; ohne zuvor der Luft ausgesetzt gewesen zu sein, tritt keine Gährung ein.

Bei dem Contact mit der Luft erfolgt aber eine Absorption des Sauerstoffs, und man findet in dem Aufguß nach einiger Zeit freie Kohlensäure.

Die Hefe bringt mithin Gährung hervor in Folge einer fortschreitenden Zersetzung, die sie bei Gegenwart von Luft in Berührung mit Wasser erleidet.

Untersuchen wir ferner, ob und welche Veränderung mit der Hefe vor sich geht, wenn sie in Berührung war mit Zuckerverwasser, in welchem die Metamorphose des Zuckers vollendet ist, so zeigt sich, daß mit der Verwandlung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol ein Verschwinden des Ferments verknüpft ist.

Von 20 Th. frischer Bierhefe und 100 Th. Zucker erhielt Thénard nach vollendeter Gährung 13,7 unlöslichen Rückstand, der sich mit neuem Zuckerverwasser, auf dieselbe Weise angewendet, auf 10 Theile verminderte; diese 10 Theile waren weiß, besaßen die Eigenschaften der Holzfaser und verhielten sich völlig wirkungslos gegen frisches Zuckerverwasser.

Es ergibt sich hieraus auf eine unzweifelhafte Weise, daß bei der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment beide neben einander eine Zersetzung erleiden, in deren Folge sie

beide verschwinden. Wenn das Ferment nun ein Körper ist, der sich im Zustande der Fäulniß befindet, und Gährung in Folge seiner eigenen Zersetzung erregt, so müssen alle Materien, die sich in dem nämlichen Zustande befinden, auf den Zucker eine gleiche Wirkung haben.

Dies ist in der That der Fall. Faulendes Muskelfleisch, Urin, Hensenblase, Osmazom, Eiweiß, Käse, Gliadin, Kleber, Legumin, Blut bringen, in Zuckerwasser gebracht, die Fäulniß des Zuckers (Gährung) hervor, ja das Ferment selbst, was durch anhaltendes Auswaschen seine Fähigkeit, Gährung zu erregen, gänzlich verloren hat, erhält sie wieder, wenn es, an einem warmen Ort sich selbst überlassen, in Fäulniß übergegangen ist.

Das Ferment, die faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, indem sie in anderen Körpern den Zustand der Zersetzung herbeiführen, den sie selbst erleiden, wirken mithin wie das Wasserstoffhyperoxyd auf Silberoxyd; die Störung in der Anziehung seiner Bestandtheile, welche seine eigene Zersetzung herbeiführt, der Act seiner Zersetzung bewirkt eine Störung in der Anziehung der Bestandtheile des Silberoxyds; indem das eine zersetzt wird, erfolgt eine ähnliche Zersetzung des andern Körpers.

Das Wasserstoffhyperoxyd in Berührung mit feuchtem Blutfibrin, mit einem thierischen Stoff, der sich unausgesetzt im Zustande der Veränderung befindet, erleidet eine rasche Zersetzung; unter lebhaftem Aufbrausen entwickelt sich aller Sauerstoff, den es mehr als das Wasser enthält.

Beachten wir nun, um zu gewissen Anwendungen zu kommen, den Verlauf der Gährung des reinen Zuckers mit Ferment, so beobachten wir zwei Fälle, die stets wiederkehren. Ist die Menge des Ferments im Verhältniß zu dem vor-

handenen Zucker zu gering, so ist seine Fäulniß früher beendet, als die Metamorphose des Zuckers; es bleibt Zucker unzersezt, insofern die Ursache seiner Metamorphose, nämlich die Berührung mit einem in Zersezung begriffenen Körper, fehlt.

Ist die Menge des Ferments vorwaltend, so bleibt, indem seine Unlöslichkeit im Wasser an und für sich eine langsamere Zersezung bedingt, eine gewisse Menge in Zersezung begriffen zurück. Diese in frisches Zuckerwasser gebracht, fährt fort, wieder Gährung zu erregen, bis sie selbst alle Perioden ihrer eigenen Metamorphose durchlaufen hat.

Eine gewisse Menge Hefe ist also erforderlich, um eine bestimmte Portion Zucker zur Vollendung seiner Metamorphose zu bringen, aber ihre Wirkung ist keine Massenwirkung, sondern ihr Einfluß beschränkt sich lediglich auf die in ihr selbst vor sich gehende Veränderung und auf ihr Vorhandensein bis zu dem Endpunkte hin, wo das letzte Atom Zucker sich zersezt hat.

Aus den dargelegten Thatsachen und Beobachtungen ergibt sich demnach für die Chemie die Existenz einer neuen Ursache, welche Verbindungen und Zersezungen bewirkt, und diese Ursache ist die Thätigkeit, welche ein in Zersezung oder Verbindung begriffener Körper auf Materien ausübt, in denen die Bestandtheile nur durch eine schwache Verwandtschaft zusammengehalten sind; diese Thätigkeit wirkt ähnlich einer eigenthümlichen Kraft, deren Träger ein in Verbindung oder Zersezung begriffener Körper ist, eine Kraft, die sich über die Sphäre seiner Anziehungen hinaus erstreckt.

Ueber eine Menge bekannter Erscheinungen kann man sich jetzt genügende Rechenschaft geben.

Aus frischem Pferdeharn erhält man beim Zusatz von

Salzsäure eine reichliche Menge Hippursäure; läßt man den Harn in Fäulniß übergehen, so läßt sich keine Spur mehr davon entdecken. Menschenharn enthält eine beträchtliche Quantität Harnstoff; in gefaultem Harn ist aller Harnstoff verschwunden. Harnstoff, den man einer gährenden Zuckerlösung zugesetzt hat, zerlegt sich in Kohlensäure und Ammoniak; in einem gegohrenen Auszug von Spargeln, Althäwurzel ist kein Asparagin mehr vorhanden.

Es ist früher berührt worden, daß in der überwiegenden Verwandtschaft des Stickstoffs zu dem Wasserstoff, so wie in der ausgezeichneten Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, in ihrem entgegengesetzten Streben also, sich der Elemente des Wassers zu bemächtigen, in allen Stickstoffverbindungen eine vorzugsweise leichte Spaltung ihrer Elemente gegeben ist, und wenn wir finden, daß kein stickstofffreier Körper in reinem Zustande die Eigenschaft besitzt, sich in Berührung mit Wasser von selbst zu zerlegen, so liegt es in der Natur der Stickstoffverbindungen, und weil sie gewissermaßen höher organisirte Atome darstellen, daß ihnen vor allen diese Fähigkeit zukommt.

Wir finden in der That, daß jeder stickstoffhaltige Bestandtheil des thierischen oder vegetabilischen Organismus sich selbst bei Gegenwart von Wasser und einer höhern Temperatur überlassen, in Fäulniß übergeht.

Die stickstoffhaltigen Materien sind demnach ausschließlich die Erreger von Gährung und Fäulniß bei vegetabilischen Substanzen.

Die Fäulniß gehört in ihren Erfolgen, als eine in einander greifende Metamorphose verschiedener Substanzen, zu den mächtigsten Desoxydationsprocessen, durch welche die stärksten Verwandtschaften überwunden werden.

Eine Auflösung von Gyps in Wasser, die man mit einer Abkochung von Sägespänen oder irgend einer der Fäulniß fähigen organischen Materie in einem verschlossenen Gefäße sich selbst überläßt, enthält nach einiger Zeit keine Schwefelsäure mehr, an ihrer Stelle findet man Kohlensäure und freie Schwefelwasserstoffsäure, die sich in den vorhandenen Kalk theilen. In stehenden Wassern, welche schwefelsaure Salze enthalten, beobachtet man an den verfaulenden Wurzelfasern die Bildung von krystallisirtem Schwefelkies.

Man weiß nun, daß unter Wasser, also beim Abschluß der Luft, faulendes Holz sich in der Weise zerlegt, daß sich ein Theil seines Kohlenstoffs mit seinem eigenen und dem Sauerstoff des Wassers zu Kohlensäure verbindet, während sein Wasserstoff und der Wasserstoff des zersetzten Wassers als reines Wasserstoffgas oder als Sumpfgas in Freiheit gesetzt werden.

Es ist nun klar, daß wenn das Wasser eine an Sauerstoff reiche Materie enthält, wie Schwefelsäure z. B., so wird von der faulenden Materie dieser Sauerstoff mit dem des Wassers zur Bildung von Kohlensäure in Anspruch genommen werden, und aus dem gleichzeitig frei gewordenen Schwefel und dem Wasserstoffgas, die sich im Entstehungsmomente verbinden, entsteht Schwefelwasserstoffsäure, die sich mit den vorhandenen Metalloryden zu Schwefelmetallen umsetzt.

Die gefaulten Blätter der Waidpflanze, in Berührung mit blauem Indigo und Alkali, bei Gegenwart von Wasser, gehen in eine weitere Zersetzung über, deren Resultat, eine Desoxydation des Indigo, seine Auflösung ist.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Mannits, welcher durch Fäulniß von zuckerhaltigen Rüben- und anderen Pflanzensäften gebildet wird, mit der des Traubenzuckers, so findet man, daß er die nämliche Anzahl von Atomen Kohlenstoff und Wasserstoff, aber zwei Atome Sauerstoff weniger enthält, als der Traubenzucker; es ist außerordentlich wahrscheinlich, daß seine Entstehung auf eine ähnliche Weise aus dem Traubenzucker gefolgert werden muß, wie die Verwandlung des blauen Indigo in desoxydirten weißen Indigo.

Bei der Fäulniß des Klebers entwickelt sich kohlensaures Gas und reines Wasserstoffgas, es entsteht phosphorsaures, essigsaures, käsefaures, milchsaures Ammoniak in solcher Menge, daß die weitere Zersetzung aufhört; wird das Wasser erneuert, so geht die Zersetzung weiter, außer jenen Salzen entsteht kohlensaures Ammoniak, eine weiße, glimmerähnliche krystallinische Materie (Käseoryd), Schwefelammonium und eine durch Chlor gerinnende schleimige Substanz. Als ein selten fehlendes Product der Fäulniß organischer Körper tritt im Besondern die Milchsäure auf.

Wenn man, von diesen Erscheinungen ausgehend, die Gährung und Fäulniß mit der Zersetzung vergleicht, welche die organischen Verbindungen durch den Einfluß höherer Temperaturen erfahren, so erscheint die trockne Destillation als ein Verbrennungsproceß in dem Innern einer Materie von einem Theile ihres Kohlenstoffs, auf Kosten von allem oder einem Theile ihres eigenen Sauerstoffs, in dessen Folge wasserstoffreiche andere Verbindungen gebildet werden. Die Gährung stellt sich dar als eine Verbrennung derselben Art, die bei einer, die gewöhnliche nur wenig überschreitenden, Temperatur im Innern einer Flüssigkeit zwischen den Ele-

menten einer und derselben Materie vor sich geht, und die Fäulniß als Oxydationsproceß, an dem der Sauerstoff aller vorhandenen Materien Antheil nimmt.

V e r w e s u n g .

In der organischen Natur begegnen wir neben den Zersetzungsproceß, die mit Gährung und Fäulniß bezeichnet werden, einer nicht minder umfassenden Klasse von Veränderungen, die sie durch den Einfluß der Luft erfahren; es ist dies der Act der allmählichen Verbindung ihrer verbrennlichen Elemente mit dem Sauerstoff der Luft, eine langsame Verbrennung, die den Namen Verwesung erhalten hat.

Zu dieser Klasse gehört die Verwandlung des Holzes in Humus, die Essigsäurebildung aus Alkohol, die Salpeterbildung und zahllose andere Vorgänge.

Pflanzensäfte irgend einer Art, mit Wasser durchdrungene Theile thierischer und vegetabilischer Substanzen, feuchte Sägespäne, Blut u. können mit der Luft nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblick an eine fortschreitende Veränderung der Farbe und Eigenschaften zu erfahren, von welcher stets eine Aufnahme des Sauerstoffs der Luft als die erste Ursache sich zu erkennen giebt.

Diese Veränderung findet beim Abschluß alles Wassers und bei seinem Gefrierpunkte nicht Statt, und man beobachtet, daß bei verschiedenen Körpern verschiedene Wärmegrade erforderlich sind, um die Sauerstoffaufnahme und ihr zufolge Verwesung zu bewirken.

In dem ausgezeichnetsten Grade gehört diese Fähigkeit den stickstoffhaltigen Substanzen an.

Dampft man Pflanzensäfte beim Zutritt der Luft in gelinder Wärme ab, so schlägt sich als Product der Einwirkung des Sauerstoffs eine braune oder braunschwarze Substanz nieder, die bei allen Pflanzensäften von ähnlicher Beschaffenheit zu sein scheint; sie wird mit dem Namen Extractivstoff bezeichnet, sie ist im Wasser schwer- oder unlöslich, und wird von Alkalien leicht aufgenommen.

Durch die Einwirkung der Luft auf feste thierische oder vegetabilische Gebilde entsteht eine ähnliche pulverige braunschwarze Substanz, die man Humus (Terreau) nennt.

Die Bedingungen zur Einleitung der Verwesung sind von der mannichfaltigsten Art; viele und namentlich gemischte organische Materien oxydiren sich an der Luft beim bloßen Befeuchten mit Wasser, andere beim Zusammenbringen von Alkalien, und die meisten gehen in den Zustand der langsamen Verbrennung über, wenn sie mit anderen verwesenden Materien in Berührung gebracht werden.

Die Verwesung einer organischen Materie kann durch alle Substanzen aufgehoben oder gehindert werden, welche der Fäulniß oder Gährung entgegenwirken; Mineralsäuren, Quecksilbersalze, aromatische Substanzen, brenzliche Oele, Terpentinöl besitzen in dieser Beziehung einerlei Wirkung; die letzteren verhalten sich gegen verwesende Körper wie gegen Phosphorwasserstoffgas, dessen Selbstentzündlichkeit sie vernichten.

Viele Materien, welche, für sich oder mit Wasser befeuchtet, nicht in den Zustand der Verwesung übergehen, gehen bei Berührung mit einem Alkali einer langsamen Verbrennung entgegen.

Die Gallussäure, das Hämatin und viele andere Stoffe lassen sich in ihrer wässerigen Lösung unverändert aufbewahren, die kleinste Menge freies Alkali ertheilt aber diesen Materien die Fähigkeit, Sauerstoff anzuziehen, und sich, häufig unter Entwicklung von Kohlensäure, in braune humusähnliche Substanzen zu verwandeln (Chevreul).

Die merkwürdigste Art der Verwesung stellt sich bei vielen vegetabilischen Substanzen ein, wenn sie mit Ammoniak und Wasser der Luft ausgesetzt werden; ohne Entwicklung von Kohlensäure stellt sich eine rasche Sauerstoffaufnahme ein, es entstehen, wie beim Orcin, Erythrin und anderen, prachtvoll violett oder roth gefärbte Flüssigkeiten, welche jetzt eine stickstoffhaltige Substanz enthalten, in welcher der Stickstoff nicht in der Form von Ammoniak enthalten ist.

Bei allen diesen Vorgängen hat sich herausgestellt, daß die Einwirkung des Sauerstoffs sich nur selten auf den Kohlenstoff der Materien erstreckt, was der Verbrennung in höheren Temperaturen vollkommen entspricht.

Man weiß z. B., daß, wenn zu einer verbrennenden Kohlenwasserstoff-Verbindung nicht mehr Sauerstoff zugelassen wird, als gerade hinreicht, um den Wasserstoff zu oxydiren, daß in diesem Fall kein Kohlenstoff verbrennt, sondern als Kienruß abgeschieden wird; ist die hinzutretende Sauerstoffmenge noch geringer, so werden die wasserstoffreichen Kohlenwasserstoffverbindungen in wasserstoffarme, in Naphthalin und andere ähnliche, zurückgeführt.

Wir haben kein Beispiel, daß sich Kohlenstoff direct bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff verbindet, aber zahlreiche Erfahrungen, daß der Wasserstoff in gewissen Zuständen der Verdichtung diese Eigenschaft besitzt. Geblühter Kienruß bildet, in Sauerstoffgas aufbewahrt, keine Kohlensäure; mit

wasserstoffreichen Oelen getränkter Kienruß erwärmt sich in der Luft und entzündet sich von selbst, und mit Recht hat man die Selbstentzündlichkeit der zur Pulverfabrication dienenden wasserstoffreichen Kohle gerade diesem Wasserstoffgehalte zugeschrieben, denn während des Pulverisirens dieser Kohle findet man in der umgebenden Luft keine Spur Kohlenensäure; sie tritt nicht eher auf, als bis die Temperatur der Masse die Glühhize erreicht hat. Die Wärme selbst, welche das Glühendwerden, die Entzündung bedingt, ist mithin nicht durch die Drydation des Kohlenstoffs gebildet worden.

Man kann die verwesenden Materien in zwei Klassen trennen; in Substanzen, welche sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, ohne Kohlenensäure zu entwickeln, und in andere, bei denen die Absorption des Sauerstoffs begleitet ist von einer Abscheidung von Kohlenensäure.

Bittermandelöl, der atmosphärischen Luft ausgesetzt, verwandelt sich in Benzoesäure durch Aufnahme von 2 At. Sauerstoff; man weiß, daß die Hälfte davon an den Wasserstoff des Oels tritt und damit Wasser bildet, was in Verbindung bleibt mit der entstandenen wasserfreien Benzoesäure.

Nach den Erfahrungen von Döbereiner absorbiren 100 Th. Pyrogallussäure bei Gegenwart von Ammoniak und Wasser 38,09 Th. Sauerstoff; sie wird in eine moderartige Substanz verwandelt, die weniger Sauerstoff als vorher enthält. Es ist klar, daß das entstandene Product kein höheres Dryd ist, und wenn man die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs mit ihrem Wasserstoffgehalt vergleicht, so ergiebt sich, daß derselbe genau hinreicht, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden.

Bei der Bildung des blutrothen Orceins aus farblosem Orcin, was man bei Gegenwart von Ammoniak in Berührung

ließ mit Sauerstoff, geht durch die Aufnahme von Sauerstoff mit den Elementen beider Substanzen, dem Ammoniak und dem Drcein keine andere Veränderung vor sich, als die Abscheidung von Wasser. 1 Aeq. Drcein $C_{16}H_{22}O_7$ und 1 Aeq. Ammoniak N_2H_6 nehmen 5 Aeq. Sauerstoff auf, und es trennen sich 5 Aeq. Wasser, indem Drcein $C_{16}H_{18}O_7N_2$ gebildet wird (Dumas). Hier ist also offenbar der aufgenommene Sauerstoff ausschließlich an den Wasserstoff getreten.

So wahrscheinlich es nun auch erscheint, daß bei der Verwesung organischer Materien die Wirkung des Sauerstoffs sich zuerst und vorzugsweise auf das verbrennlichste Element, den Wasserstoff, erstreckt, so läßt sich daraus nicht schließen, daß dem Kohlenstoff absolut die Fähigkeit mangle, sich mit Sauerstoff zu verbinden, wenn jedes Theilchen davon in Berührung ist mit Wasserstoff, der sich leichter damit verbindet.

Wir wissen im Gegentheil, daß der Stickstoff, welcher direct mit Sauerstoff nicht verbunden werden kann, sich zu Salpetersäure oxydirt, wenn er, mit einer großen Menge Wasserstoffgas gemengt, im Sauerstoffgas verbrannt wird. Hier wird offenbar durch den verbrennenden Wasserstoff seine Verwandtschaft gesteigert, indem sich die Verbrennung des Wasserstoffs auf den ihn berührenden Stickstoff überträgt. Auf eine ähnliche Weise ist es denkbar, daß in manchen Fällen sich Kohlenstoff direct mit Sauerstoff zu Kohlensäure oxydirt, indem er durch den verwesenden Wasserstoff eine Fähigkeit erhält, die er bei gewöhnlicher Temperatur für sich nicht besitzt; aber für die meisten Fälle muß die Kohlensäurebildung bei der Verwesung wasserstoffreicher Materien einer andern Ursache zugeschrieben werden. Sie scheint auf ähnliche Art gebildet zu werden, wie die Essigsäure bei der Ver-

wesung des salicylignsauren Kali's. Dieses Salz, der feuchten Luft ausgesetzt, absorbiert 3 Atome Sauerstoff; es entsteht ein humusähnlicher Körper, die Melansäure, in Folge deren Bildung sich die Elemente von 1 At. Essigsäure von denen der salicyligen Säure trennen.

Bei der Berührung einer alkalischen Lösung von Hämatin mit Sauerstoff absorbieren 0,2 Grm. in zwei Stunden 28,6 Cubiccentimeter Sauerstoffgas, wobei das Alkali einen Gehalt von 6 CC. Kohlensäure empfängt (Chevreul); da diese 6 CC. Kohlensäure nur ein gleiches Volumen Sauerstoff enthalten, so geht aus dieser Erfahrung mit Gewißheit hervor, daß $\frac{3}{4}$ des aufgenommenen Sauerstoffs nicht an Kohlenstoff getreten sind. Es ist höchst wahrscheinlich, daß mit der Drydation ihres Wasserstoffs ein Theil des Kohlenstoffs der Substanz sich mit ihrem eigenen Sauerstoff in der Form von Kohlensäure von den übrigen Elementen getrennt hat.

Die Versuche von Saussure über die Verwesung der Holzfaser lassen über eine solche Trennung kaum einen Zweifel zu. Feuchte Holzfaser entwickelt nämlich für jedes Volumen Sauerstoff, was davon aufgenommen wird, ein gleiches Volumen Kohlensäure, welche, wie man weiß, das nämliche Volumen Sauerstoff enthält. Da nun die Holzfaser Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthält, so ist der Erfolg der Einwirkung des Sauerstoffs gerade so, als wenn reine Kohle sich direct mit Sauerstoff verbunden hätte.

Das ganze Verhalten der Holzfaser zeigt aber, daß die Elemente des Wassers, welche Bestandtheile davon ausmachen, nicht in der Form von Wasser darin wirklich enthalten sind; denn in diesem Falle müßte man Stärke, Zucker und Gummi ebenfalls als Hydrate der Kohle betrachten.

Wenn aber der Wasserstoff nicht in der Form von Wasser in der Holzfaser vorhanden ist, so kann man die directe Drydation des Kohlenstoffs neben diesem Wasserstoff nicht annehmen, ohne in Widerspruch mit allen Erfahrungen zu gerathen, die man über Verbrennungsproceße in niederer Temperatur gemacht hat.

Betrachten wir den Erfolg der Einwirkung des Sauerstoffs auf eine wasserstoffreiche Materie, den Alkohol z. B., so ergibt sich mit unzweifelhafter Gewißheit, daß die directe Bildung der Kohlensäure stets das letzte Stadium ihrer Drydation ist, und daß bis zu ihrem Auftreten die Materie eine gewisse Anzahl von Veränderungen durchlaufen hat, deren letzte eine völlige Verbrennung ihres Wasserstoffs ist.

In dem Aldehyd, der Essigsäure, Ameisensäure, Oxalsäure und Kohlensäure haben wir eine zusammenhängende Reihe von Drydationsproducten des Alkohols, in welcher man die Veränderungen durch die Einwirkung des Sauerstoffs mit Leichtigkeit verfolgen kann. Der Aldehyd ist Alkohol, minus Wasserstoff; die Essigsäure entsteht aus dem Aldehyd, indem sich dieser direct mit Sauerstoff verbindet. Durch weiteres Hinzutreten von Sauerstoff entsteht aus der Essigsäure Ameisensäure und Wasser; wird aller Wasserstoff in der Ameisensäure hinweggenommen, so hat man Oxalsäure, und tritt zu dieser eine neue Quantität Sauerstoff hinzu, so verwandelt sie sich in Kohlensäure.

Wenn nun auch bei der Einwirkung oxydirender Materien auf Alkohol alle diese Producte gleichzeitig aufzutreten scheinen, so bleibt doch kaum ein Zweifel, daß die Bildung des letzten Products, der Kohlensäure, eine vorhergehende Hinwegnahme alles Wasserstoffs voraussetzt.

In der Verwesung der trocknenden Oele ist die Absorption

des Sauerstoffs offenbar nicht bedingt durch die Oxydation ihres Kohlenstoffs, denn bei dem rohen Nußöl z. B., welches nicht frei war von Schleim oder anderen Stoffen, bildete sich für 146 Volumen absorbirten Sauerstoff nur 21 Volumen kohlen-saures Gas (de Saussure).

Man muß erwägen, daß eine Verbrennung in niederer Temperatur in ihren Resultaten ganz ähnlich ist einer Verbrennung in höherer Temperatur bei beschränktem Sauerstoffzutritt. Das verbrennlichste Element einer Verbindung, die man der Einwirkung des Sauerstoffs aussetzt, wird sich zuerst und vorzugsweise mit Sauerstoff verbinden, und diese Verbrennlichkeit wird bedingt durch die Fähigkeit, bei einer Temperatur eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen, in welcher die anderen Elemente sich nicht damit verbinden. Diese Fähigkeit wirkt hier wie eine größere Verwandtschaft.

Die Verbrennlichkeit des Kaliums ist für uns kein Maßstab für seine Verwandtschaft zum Sauerstoff; wir haben Grund zu glauben, daß Magnesium und Aluminium das Kalium in ihrer Anziehung zum Sauerstoff' übertreffen; aber beide oxydiren sich nicht in der Luft und nicht im Wasser bei gewöhnlicher Temperatur, während Kalium das Wasser mit der größten Hefigkeit zerlegt und sich seines Sauerstoffs bemächtigt.

Phosphor und Wasserstoff verbinden sich bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Sauerstoff, der erstere in feuchter Luft, der andere bei Berührung mit fein zertheiltem metallischen Platin; die Kohle bedarf der Glühhitze, um eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen.

Es ist evident, Phosphor und Wasserstoff sind verbrennlicher als Kohle, ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff ist bei

gewöhnlicher Temperatur größer, und dieser Schluß erleidet keine Aenderung durch die Erfahrung, daß die Kohle die Verwandtschaft beider zum Sauerstoff unter anderen Bedingungen bei weitem übertrifft.

Bei der Fäulniß sind die Bedingungen, in denen die größere Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff sich thätig zeigt, offenbar gegeben; Expansion, Gaszustand oder Cohäsion wirken ihrer Aeußerung nicht entgegen, in der Verwesung sind alle diese Hindernisse zu überwinden.

Das Auftreten der Kohlenäure bei Verwesung vegetabilischer und thierischer Substanzen, welche reich sind an Wasserstoff, muß hiernach einer ähnlichen Umsetzung der Elemente oder Störung ihrer Anziehung zugeschrieben werden, wie die Bildung derselben bei Gährung und Fäulniß. Zudem der Wasserstoff der Substanz durch Verwesung hinweggenommen und oxydirt wird, trennen sich von ihren übrigen Elementen Kohlenstoff und Sauerstoff in der Form von Kohlenäure.

Bei dieser Klasse von Materien ist demnach die Verwesung eine Zersetzung, ähnlich der Fäulniß stickstoffhaltiger Materien.

Wir haben bei diesen zwei Verwandtschaften, die des Stickstoffs zum Wasserstoff und die des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, durch welche unter geeigneten Umständen eine leichtere Spaltung der Elemente erfolgt; bei den Körpern, die unter Bildung von Kohlenäure verwesen, sind ebenfalls zwei Verwandtschaften thätig, die des Sauerstoffs der Luft zu dem Wasserstoff der Substanz, welche die Anziehung des Stickstoffs zu dem nämlichen Elemente hier vertritt, und andererseits die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zu dem Sauerstoff der Substanz, die unter allen Umständen unverändert bleibt.

Bei der Fäulniß des Holzes auf dem Boden von Sümpfen trennt sich von seinen Elementen Kohlenstoff und Sauerstoff in der Form von Kohlensäure, sein Wasserstoff in der Form von Kohlenwasserstoff; in seiner Verwesung, in seiner Fäulniß beim Zutritt der Luft verbindet sich sein Wasserstoff nicht mit Kohlenstoff, sondern mit Sauerstoff, zu dem er bei gewöhnlicher Temperatur eine weit größere Verwandtschaft besitzt.

Von dieser vollkommenen Gleichheit der Action rührt es unstreitig her, daß verwesende und faulende Körper sich in ihrer Wirkung auf einander gegenseitig ersetzen können.

Alle faulende Körper gehen bei ungehindertem Zutritt der Luft in Verwesung, alle verwesenden Materien in Fäulniß über, sobald die Luft abgeschlossen wird.

Eben so sind alle verwesende Körper fähig, die Fäulniß in anderen Körpern einzuleiten und zu erregen, auf dieselbe Weise, wie dies von anderen faulenden geschieht.

Verwesung stickstoffreicher Körper. Eßigbildung.

Alle Materien, welche, wie man gewöhnlich annimmt, die Fähigkeit besitzen, von selbst in Gährung und Fäulniß überzugehen, erleiden in der That bei näherer Betrachtung diese Zustände der Zersetzung ohne eine vorangegangene Störung nicht. Es tritt zuerst Verwesung ein, ehe sie in Fäulniß oder Gährung übergehen, und erst nach Absorption einer gewissen Menge Sauerstoff beginnen die Zeichen einer im Innern der Materien vorgehenden Metamorphose.

Es giebt kaum einen Irrthum, welcher mehr verbreitet ist, als die Meinung, daß organische Substanzen sich selbst überlassen, ohne äußere Ursache, sich zu verändern vermögen. Wenn sie nicht selbst schon im Zustande der Veränderung begriffen sind, so bedarf es stets einer Störung in dem Zustande des Gleichgewichts, in dem sich ihre Elemente befinden, und die allgemeinste Veranlassung zu dergleichen Störungen, die verbreitetste Ursache ist unstreitig die Atmosphäre, welche alle Körper umgiebt.

Der am leichtesten veränderliche Pflanzensaft in der Frucht oder dem Pflanzentheile, vor der unmittelbaren Berührung mit dem Sauerstoff der Luft geschützt, behält so lange seine Eigenschaften unverändert bei, als die Materie der Zelle oder des Organs dieser Einwirkung widersteht; erst nach erfolgter Berührung mit der Luft, erst nach Absorption einer

gewissen Menge Sauerstoff zerlegen sich die in der Flüssigkeit gelösten Materien.

Die schönen Versuche Gay-Lussac's über die Gährung des Traubensaftes, sowie die überaus wichtigen Anwendungen, zu denen sie geführt haben, sind die besten Belege für den Antheil, den die Atmosphäre an den Veränderungen organischer Substanzen nimmt.

Der Saft von Weintrauben, welcher durch Auspressen unter einer mit Quecksilber gefüllten Glocke bei Abschluß Luft erhalten worden war, kam nicht in Gährung.

Die kleinste Menge hinzutretender Luft brachte, unter Absorption einer gewissen Menge Sauerstoffgas, augenblicklich die Gährung hervor.

Wurde der Traubensaft bei Zutritt der Luft ausgepreßt, durch die Berührung also mit Sauerstoff die Bedingung gegeben, in Gährung überzugehen, so trat dennoch keine Gährung ein, wenn der Saft in verschlossenen Gefäßen bis zum Siedepunkte des Wassers erhitzt worden war; er ließ sich in diesem Zustande vor der Luft geschützt Jahre lang aufbewahren, ohne seine Fähigkeit, in Gährung überzugehen, verloren zu haben. Diese Fähigkeit erhielt er wieder bei erneuerter Berührung mit der Luft.

Fleischspeisen jeder Art, die am leichtesten veränderlichen Gemüse gerathen nicht in Fäulniß, wenn sie in luftdicht verschlossenen Gefäßen der Siedhize des Wassers ausgesetzt werden; man hat Speisen dieser Art nach 15 Jahren in demselben Zustande der Frische und des Wohlgeschmacks bei dem Eröffnen wiedergefunden, den sie bei dem Einfüllen besaßen.

Man kann sich über die Wirkungsweise des Sauerstoffs in diesen Zersehungsprocessen nicht täuschen; sie beruht in der Veränderung, welche in dem Traubensaft und den Pflan-

zensäuren die aufgelösten stickstoffhaltigen Materien erfahren, in dem Zustande der Entmischung, in welchen sie in Folge der Berührung mit dem Sauerstoff übergehen.

Der Sauerstoff wirkt hierbei ähnlich, wie Reibung, Stoß, oder Bewegung, welche gegenseitige Zersetzung zweier Salze, welche das Krystallisiren einer gesättigten Salzauflösung, das Explodiren von Knallsilber bewirken, er veranlaßt die Aufhebung des Zustandes der Ruhe und vermittelt den Uebergang in den Zustand der Bewegung.

Ist dieser Zustand einmal eingetreten, so bedarf es seiner Gegenwart nicht mehr. Das kleinste Theilchen des sich zersetzenden, des sich umsetzenden stickstoffhaltigen Körpers wirkt an seiner Stelle, die Bewegung fortpflanzend, auf das neben ihm liegende. Die Luft kann abgeschlossen werden, und die Gährung oder Fäulniß geht ununterbrochen bis zu ihrer Vollenbung fort. Der Aldehyd nimmt an der Luft Sauerstoff auf, er geht durch Verwesung in Essigsäure über; wird die Luft abgeschlossen, so dauert die eingetretene Störung fort, er verwandelt sich durch Umsezung seiner Elemente in zwei Verbindungen von sehr ungleichen Eigenschaften, aber gleicher Zusammensetzung.

Unter den Bedingungen zur Einleitung der Verwesung können als chemische die Berührung mit Ammoniak und mit Alkalien im Allgemeinen bezeichnet werden, da sie bei vielen Materien eine Absorption des Sauerstoffs bewirken, wodurch eine Zersetzung herbeigeführt wird, die sie für sich, in Berührung mit dem Alkali oder dem Sauerstoff allein, nicht erfahren.

So verbindet sich der Alkohol bei gewöhnlicher Temperatur nicht mit dem Sauerstoff der Luft, eine Auflösung von Kalihydrat in Alkohol färbt sich hingegen unter rascher Sauer-

stoffaufnahme gelb und braun, man findet nach einiger Zeit Essigsäure, Ameisensäure und die Zersetzungsproducte des Aldehyds durch Alkalien, zu denen der harzartige Körper gehört, welcher die Flüssigkeit braun färbt.

Die allgemeinste Bedingung zur Einleitung der Verwesung in organischen Stoffen ist Berührung mit einem in Verwesung oder Fäulniß begriffenen Körper; der Ausdruck einer wahren Ansteckung ist hier um so bezeichnender, da in der That eine Uebertragung des Zustandes der Verbrennung das Resultat der Berührung ist.

Es ist das verwesende Holz, was das frische in den nämlichen Zustand versetzt, es ist die höchst fein zerkleinerte verwesende Holzfaser, welche in den befeuchteten Galläpfeln die darin enthaltene Gerbsäure so rasch in Gallussäure überführt.

Das merkwürdigste und entscheidendste Beispiel von der Uebertragung des Zustandes der Verbrennung ist von Saussure beobachtet worden. Es ist erwähnt worden, daß angefeuchtete, in Verwesung und Gährung übergegangene Holzfaser, Baumwolle, Seide, Gartenerde das umgebende Sauerstoffgas in kohlenstoffsaures Gas ohne Aenderung des Volumens verwandeln. Saussure setzte dem Sauerstoffgas eine gewisse Menge Wasserstoffgas zu, und es zeigte sich von dem Augenblick an eine Raumverminderung, von dem Wasserstoffgas war eine gewisse Quantität verschwunden und mit diesem eine Portion Sauerstoffgas, und zwar ohne Bildung einer diesem Sauerstoffgas entsprechenden Menge Kohlenensäure. Wasserstoff und Sauerstoff waren beide in diesem Verhältniß verschwunden, in welchem sie sich zu Wasser verbinden, es erfolgte also eine wahre Verbrennung des Wasserstoffs durch die bloße Berührung mit verwesenden Mate-

rien. Ihre Wirkung war in ihrem Resultate ganz ähnlich der des fein zertheilten Platins, aber die Verschiedenheit in der Ursache, durch die sie bedingt wurde, zeigte sich schon darin, daß ein gewisses Volumen Kohlenoxyd, welches die Wirkung des Platins auf das Knallgas völlig vernichtet, in keiner Beziehung die Verbrennung des Wasserstoffs in Berührung mit den verwesenden Materien verhinderte.

Alle die Fäulniß aufhebenden Substanzen vernichteten in Caussure's Versuchen die Eigenschaft der gährenden Materien. Die nämlichen Substanzen besaßen sie für sich ebenfalls nicht, bevor sie in Gährung und Verwesung übergegangen waren.

Man denke sich an die Stelle des Wasserstoffgases, was sich in Caussure's Versuchen in Berührung mit den verwesenden organischen Stoffen befand, den Dampf einer wasserstoffreichen flüchtigen Substanz, so weiß man, daß der Wasserstoff derselben in dem Zustande der Verdichtung, in welchem er in der Verbindung selbst der Wirkung des Sauerstoffs sich darbietet, eine noch bei weitem raschere Drydation erfährt; dieser Wasserstoff wird eine noch raschere Verbrennung erfahren. Wir finden in der That in der Schnell-essigsäurefabrikation alle Bedingungen zur Verwesung des Alkohols und zu seiner Verwandlung in Essigsäure.

Der Alkohol wird der Einwirkung des Sauerstoffs bei einer erhöhten Temperatur und einer außerordentlich vergrößerten Oberfläche dargeboten, aber diese Bedingungen sind nicht hinreichend, um seine Drydation zu bewirken. Der Alkohol muß sich in Berührung mit verwesendem Holze befinden, oder eine durch den Sauerstoff der Luft leicht veränderliche Materie enthalten, welche entweder durch den bloßen Contact mit dem Sauerstoff in Verwesung übergeht,

oder die durch ihre Fäulniß und Gährung Producte liefert, welche diese Eigenschaft besitzen.

Eine kleine Quantität Bier, in Säuerung begriffener Wein, ein Malzabsud, Honig, zahllose Materien dieser Art können sich in ihrer Wirkung hier erzeigen.

Die Verschiedenheit der Substanzen bei derselben Wirkungsweise beweist hier, daß keine von ihnen einen Stoff enthalten kann, welcher als Erreger der Verwesung wirkt, sie sind nur Träger einer Thätigkeit, die sich über die Sphäre ihrer eigenen Anziehungen hinaus erstreckt, es ist der Zustand ihrer eigenen Zersetzung und Verwesung, welcher den gleichen Zustand, die nämliche Thätigkeit den Atomen des Alkohols ertheilt, gerade so, wie in einer Legirung von Platin mit Silber das erstere die Fähigkeit, sich mit Sauerstoff zu vereinigen, durch das Silber erhält, und zwar durch den Act seiner eigenen Oxydation; der Wasserstoff des Alkohols oxydirt sich in dem Essigbildungsproceß, unter bemerkbarer Wärmeentwicklung auf Kosten des berührenden Sauerstoffs, zu Wasser, es entsteht Aldehyd, welcher mit derselben Begierde, wie schweflige Säure, sich direct mit Sauerstoff zu Essigsäure verbindet.

Verwesung stickstoffhaltiger Materien. Salpeterbildung.

Wenn man in Beziehung auf die Verwesung stickstoffhaltiger Materien die Erfahrungen mit zu Hülfe nimmt, welche man bei Verbrennungen stickstoffhaltiger Materien gemacht hat, so weiß man, daß in höheren Temperaturen der Stickstoff nie direct eine Verbindung mit dem Sauerstoff eingeht. Die stickstoffhaltigen organischen Substanzen enthalten ohne Ausnahme Kohlen- und Wasserstoff, die beide zum Sauerstoff eine überwiegende Anziehung haben.

Bei seiner schwachen Verwandtschaft zum Sauerstoff befindet sich der Stickstoff neben diesem in derselben Lage, wie ein Uebermaß von Kohle bei Verbrennung sehr wasserstoffreicher Substanzen, sowie bei diesen sich hierbei Kohlenstoff in Substanz ausscheidet, so ist die Verbrennung stickstoffhaltiger Materien stets von einer Abscheidung von reinem Stickstoff begleitet.

Ueberläßt man eine feuchte stickstoffhaltige thierische Materie der Einwirkung der Luft, so bemerkt man unter allen Umständen ein Freiwerden von Ammoniak, nie wird hierbei Salpetersäure gebildet.

Bei Gegenwart von Alkalien und alkalischen Basen geht unter denselben Umständen eine Verbrennung des Stickstoffs vor sich, unter anderen Drydationsproducten bilden sich salpetersaure Salze.

Obwohl wir in den großen Zerfetzungsprocessen, welche in der Natur vor sich gehen, stets die einfachsten Mittel und die directesten Wege in Anwendung und Thätigkeit sehen, so finden wir dessenungeachtet, daß das letzte Resultat stets an eine Aufeinanderfolge von Actionen geknüpft ist, und daß diese Succession von Erscheinungen wesentlich von der chemischen Natur der Körper abhängt.

Wenn wir beobachten, daß in einer Reihe von Erscheinungen sich der Charakter einer Substanz stets gleich bleibt, so haben wir keinen Grund, einen neuen Charakter zu erfinden, um eine einzelne Erscheinung zu erklären, deren Erklärung nach den bekannten Erfahrungen keine Schwierigkeiten darbietet.

Die ausgezeichnetsten Naturforscher nehmen an, daß der Stickstoff einer thierischen Materie, bei Gegenwart von Wasser, einer alkalischen Base und hinreichendem Zutritt von Sauerstoff sich direct und unmittelbar mit dem Sauerstoff zu Salpetersäure zu verbinden vermag, allein, wie schon oben erwähnt, wir haben keine einzige Erfahrung, wodurch sich diese Meinung rechtfertigen ließe. Nur durch Vermittelung eines großen Uebermaßes von brennendem Wasserstoff geht das Stickgas in ein Dryd des Stickstoffs über.

Verbrennen wir eine Kohlenstickstoff-, eine Cyanverbindung in reinem Sauerstoffgas, so oxydirt sich der Kohlenstoff allein, leiten wir Cyangas über glühende Metalloryde, so wird nur in seltenen Fällen ein Dryd des Stickstoffs gebildet, und niemals in dem Fall, wenn Kohlenstoff im Uebermaß zugegen ist. Nur wenn es mit einem Ueberschuß von Sauerstoffgas gemengt über glühenden Platinschwamm geleitet wird, erzeugte sich in Kuhlmann's Versuchen Salpetersäure.

Die Fähigkeit, sich mit Sauerstoff direct zu verbinden, beobachten wir aber an dem reinen Stickgas nicht; selbst unter den günstigsten Bedingungen bei Anwendung von Platinschwamm in graduell verschiedenen Temperaturen war Kuhlmann nicht im Stande, seine Drydation zu bewerkstelligen.

Der Kohlenstoff in dem Cyangas war demnach der Vermittler der Verbrennung des Stickstoffs.

Wir beobachten auf der andern Seite, daß die Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff, das Ammoniak, einer Einwirkung des Sauerstoffs nicht ausgesetzt werden kann, ohne ein Dryd des Stickstoffs und in Folge dessen Salpetersäure zu bilden.

Gerade die Leichtigkeit, mit welcher der Stickstoff in der Form von Ammoniak sich in Salpetersäure verwandelt, ist die Ursache von der einzigen und großen Schwierigkeit, der wir in der Analyse bei der Bestimmung des Stickstoffs in Stickstoffverbindungen begegnen, in denen dieser Körper entweder in der Form von Ammoniak zugegen ist, oder aus denen er sich bei Erhöhung der Temperatur als Ammoniak entwickelt. Wir bekommen ihn ganz oder zum Theil in der Form von Stickoxyd wieder, wenn dieses Ammoniak von dem glühenden Kupferoxyde verbrannt wird.

Leiten wir Ammoniakgas über glühendes Manganoxyd oder Eisenoxyd, so erhalten wir bei Ueberschuß von Ammoniak eine reichliche Menge von salpetersaurem Ammoniak; dasselbe geschieht, wenn Ammoniak und Sauerstoffgas über glühenden Platinschwamm geleitet werden.

Nur in seltenen Fällen vereinigt sich also bei Verbrennungen der Stickstoff in Kohlenstickstoffverbindungen mit dem Sauerstoff; dies geschieht in allen, wo Ammoniak verbrennt; stets wird hierbei Salpetersäure gebildet.

Die Ursache, warum der Stickstoff in der Form von Ammoniak eine so hervorstechende Neigung zeigt, in Salpetersäure überzugehen, liegt unstreitig darin, daß in der Drydation der Bestandtheile des Ammoniaks zwei Producte gebildet werden, die sich mit einander zu verbinden vermögen. Dies ist nicht der Fall bei der Verbrennung von Kohlenstickstoffverbindungen; bei diesen wird Kohlensäure gebildet, und abgesehen von der größern Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, muß die Bildung der gasförmigen Kohlensäure der Drydation des Stickstoffs schon dadurch entgegenwirken, daß sie seine Berührung mit dem Sauerstoff hindert.

Bei der Verbrennung von Ammoniak, bei hinreichendem Sauerstoffzutritt entsteht neben der Salpetersäure Wasser, mit dem sie sich verbindet; ein Körper, von dem man sagen kann, daß er die Salpetersäurebildung bedingt, insofern die Salpetersäure ohne Wasser nicht zu bestehen vermag.

Beachtet man nun, daß die Verwesung eine Fäulniß ist, nur insofern von der gewöhnlichen Fäulniß verschieden, als der Sauerstoff der Luft Antheil an den vorgehenden Metamorphosen nimmt; erwägt man, daß bei der Umsetzung der Elemente stickstoffhaltiger Körper der Stickstoff stets die Form von Ammoniak annimmt, daß unter allen Stickstoffverbindungen, die man kennt, das Ammoniak den Stickstoff in einer Form enthält, in welcher seine Neigung, sich zu oxydiren, entschieden größer ist, als in allen anderen Stickstoffverbindungen, so läßt sich wohl schwerlich dem Schlusse etwas entgegensetzen, daß das Ammoniak die Quelle ist von der Salpetersäurebildung auf der Oberfläche der Erde.

Die stickstoffhaltigen thierischen Materien sind hiernach nicht die Bedinger, sondern nur die Vermittler der Salpeter-

säureerzeugung, sie wirken, indem sie langsam andauernde Quellen von Ammoniak darstellen*).

Durch das in der Atmosphäre vorhandene Ammoniak können sich salpetersaure Salze in Materien bilden, die keine stickstoffhaltigen Substanzen enthalten; wir wissen, daß die meisten porösen Substanzen die Fähigkeit haben, Ammoniak in Menge zu verdichten, da es wenige Eisenerze giebt, die beim Glühen nicht ammoniakalische Producte entwickeln, daß die Ursache des Geruches, den man beim Anhauchen der thonigen Mineralien bemerkt, in ihrem Ammoniakgehalt beruht; wir haben, wie man sieht, in dem Ammoniak eine höchst verbreitete Ursache der Salpeterbildung in der Atmosphäre, die überall sich thätig zeigt, wo die Bedingungen zur Drydation des Ammoniaks sich vereinigen. Es ist wahrscheinlich, daß andere in Verwesung begriffene organische Substanzen die Verbrennung des Ammoniaks vermitteln, wenigstens sind die Fälle selten, wo sich Salpetersäure aus Ammoniak erzeugt unter Umständen, wo alle der Verwesung fähigen Materien fehlen.

Aus den vorhergegangenen Betrachtungen über die Ursachen der Gährung, Fäulniß und Verwesung ergeben sich einige Anwendungen für die Berichtigung der gewöhnlichen Ansichten über Wein- und Biergährung und über mehrere in der Natur vorgehende umfassende Zerseßungsprocessse.

*) Nach der Beobachtung von Collard de Martigny geht Ammoniak bei Berührung mit Kalkhydrat und Luft direct und ohne alle Mitwirkung einer andern verwesenden Substanz in Salpetersäure über.

Wein- und Biergährung.

Es ist erwähnt worden, daß der Traubensaft beim Zutritt der Luft in Gährung geräth, und daß die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bis zu seinem Verschwinden fortschreitet, ohne daß die Luft weitem Antheil an dieser Metamorphose nimmt.

Neben dem Alkohol und der Kohlensäure beobachtet man als ein anderes Product der Gährung des Saftes eine gelbliche oder graue unauflöbliche Substanz, welche reich ist an Stickstoff; es ist dies der Körper, welcher die Fähigkeit besitzt, in frischem Zuckersaft wieder Gährung hervorzubringen, das sogenannte Ferment.

Wir wissen, daß der Alkohol und die Kohlensäure den Elementen des Zuckers und das Ferment den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Saftes seinen Ursprung verdankt. Diese stickstoffhaltigen Bestandtheile haben den Namen Kleber oder vegetabilisches Eiweiß erhalten.

Nach den Versuchen von Saussure entwickelt frischer unreiner Kleber nach 5 Wochen sein 28faches Volumen Gas, welches zu $\frac{3}{4}$ aus Kohlensäure und zu $\frac{1}{4}$ aus reinem kohlenfreiem Wasserstoffgase besteht; es bilden sich dabei Ammoniaksalze mehrerer organischer Säuren. Bei der Fäulniß des Klebers wird also Wasser zersetzt, dessen Sauerstoff in Verbindung tritt, während sein Wasserstoff in Freiheit gesetzt wird; das letztere geschieht nur in Zersetzungsprocessen der energichsten Art; Ferment oder eine ihm ähnliche Materie wird hierbei nicht

gebildet, eben so wenig beobachtet man bei der Gährung von zuckerhaltigen Pflanzensäften ein Auftreten von Wasserstoffgas.

Man beobachtet leicht, daß die Veränderung des Klebers für sich und seine Zersetzung in den Pflanzensäften, in welchen er gelöst ist, zwei verschiedenen Metamorphosen angehört. Man hat Gründe, zu glauben, daß sein Uebergang in den unlöslichen Zustand von einer Sauerstoffaufnahme herrührt; denn seine Abscheidung kann unter gewissen Bedingungen durch ungehinderten Luftzutritt ohne Gegenwart von gährendem Zucker bewirkt werden, und man weiß, daß die Berührung des Trauben- oder Pflanzensaftes mit der Luft, ehe die Gährung eintritt, eine Trübung, eine Bildung nämlich eines unlöslichen Niederschlags, von der Beschaffenheit des Ferments, zur Folge hat.

An den Erscheinungen, die wir bei der Gährung der Bierwürze beobachten, ergiebt sich mit zweifelloser Gewißheit, daß das Ferment aus dem Kleber während und in der Metamorphose des Zuckers gebildet wird; denn die Bierwürze enthält den stickstoffhaltigen Körper des Getreides, den man Kleber nennt, in dem nämlichen Zustande, wie er im Traubensaft vorhanden ist; durch zugesetztes Ferment wird die Bierwürze in Gährung versetzt, allein nach vollendeter Zersetzung hat sich seine Quantität um das Dreißigfache vermehrt.

Bier- und Weinhese zeigen, mit geringen Verschiedenheiten unter dem Mikroskope betrachtet, einerlei Form und Beschaffenheit, sie zeigen einerlei Verhalten gegen Alkalien und Säuren, sie besitzen einerlei Fähigkeit, Gährung in Zuckerwasser auf's Neue einzuleiten, man muß sie als identisch betrachten.

Die Zersetzung des Wassers, bei der Fäulniß des Klebers, ist eine völlig bewiesene Thatsache, und in welcher Form er sich auch zersetzen mag, ob im gelösten oder ungelösten Zustande, das Streben seiner kohlenstoffhaltigen Bestandtheile, sich des Sauerstoffs des Wassers zu bemächtigen, dieses Streben ist stets vorhanden, und wenn, wie alle Erfahrungen zu beweisen scheinen, sein Uebergang in den unlöslichen Zustand in Folge einer Drydation geschieht, so muß der Sauerstoff, der hierzu verwendet wird, von den Elementen des Wassers oder von dem Zucker genommen werden, welcher Sauerstoff und Wasserstoff in dem nämlichen Verhältniß wie im Wasser enthält. Dieser Sauerstoff wird in der Wein- und Biergährung keineswegs von der Atmosphäre genommen.

Die Gährung des reinen Zuckers in Berührung mit Wein- oder Bierhefe ist, wie man sieht, sehr verschieden von der Gährung des Traubensaftes oder der Bierwürze.

In der erstern verschwindet die Hefe mit der Zersetzung des Zuckers, in der andern geht neben der Metamorphose des Zuckers eine Metamorphose des Klebers vor sich, in Folge welcher, als erstes Product, Ferment erzeugt wird. In dem einen Falle wird die Hefe also zerstört, in dem andern wird sie gebildet.

Da nun unter den Producten der Bier- und Weingährung freies Wasserstoffgas nicht nachweisbar ist, so ist klar, daß, da die Drydation des Klebers, sein Uebergang in Ferment, nur auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers, oder auf Kosten des Sauerstoffs des Zuckers geschehen kann, der freiwerdende Wasserstoff des Wassers neue Verbindungen eingegangen sein muß, oder durch Desoxydation des Zuckers wasserstoffreiche oder sauerstoffarme Verbindungen entstanden sein müssen, die den Kohlenstoff des Zuckers enthalten.

In der That ist es eine wohlbekannte Erfahrung, daß der Wein, daß gegohrene Flüssigkeiten überhaupt neben dem Alkohol noch andere Producte enthalten, Materien, welche vor der Gährung des Traubensaftes oder der zuckerhaltenden Flüssigkeiten darin nicht nachweisbar waren und sich auf eine ähnliche Art, wie der Mannit, während der Gährung gebildet haben müssen. Wir wissen, daß der Geruch, der Geschmack, welcher den Wein von allen gegohrenen Flüssigkeiten unterscheidet, daß er einem Aether, einer flüchtigen, höchst brennbaren Säure von öltiger Beschaffenheit, dem Denanthsäureäther angehört, wir wissen, daß Getreide- und Kartoffelbranntwein ihren Geruch und Geschmack eigenthümlichen öligen Materien verdanken, die unter dem Namen Fuselöle bekannt sind, ja daß die letzteren dem Alkohol in ihren chemischen Eigenschaften näher stehen, als allen andern organischen Substanzen.

Diese Körper sind Producte von Desoxydationsprocessen der in den gährenden Flüssigkeiten gelösten Materien, sie enthalten weniger Sauerstoff, als der Zucker oder Kleber, sie zeichnen sich durch einen großen Gehalt an Wasserstoff aus.

In der Denanthsäure haben wir, bei einer großen Differenz in dem Sauerstoffgehalte, Kohlenstoff und Wasserstoff in dem Verhältniß von gleichen Aequivalenten, also genau wie im Zucker; in dem Fuselöl der Kartoffeln finden wir viel mehr Wasserstoff, als diesem Verhältniß entspricht.

So wenig man auch zweifeln kann, daß diese flüchtigen Flüssigkeiten, in Folge eines gegenseitigen Aufeinanderwirkens der Elemente des Zuckers und Klebers, in Folge also einer wahren Fäulniß entstanden sind, so haben auf ihre Bildung und Eigenthümlichkeit nichts desto weniger noch andere Ursachen Einfluß gehabt.

Die riechenden und schmeckenden Bestandtheile des Weins erzeugen sich in der Gährung solcher Traubensäfte, welche einen gewissen Gehalt besitzen an Weinsäure; sie fehlen in allen Weinen, welche frei sind von Säuren, oder welche eine andere organische Säure, z. B. Essigsäure, enthalten.

Die südlichen Weine besitzen keinen Weingeruch, in den französischen Weinen tritt er entschieden hervor, in den Rheinweinen ist er am stärksten. Die Traubensorten am Rhein, welche am spätesten und nur in seltenen Fällen vollkommen reif werden, der Riesling und Orleans, besitzen den stärksten Weingeruch, das hervorstechendste Bouquet, sie sind verhältnißmäßig reich an Weinsäure. Die früh reifenden Traubensorten, der Ruländer und andere, sind reicher an Alkohol, in ihrem Geschmack ähnlich den spanischen Weinen, allein sie haben kein Bouquet.

Die am Cap reifenden, von dem Rhein aus verpflanzten Rieslinge geben einen vortrefflichen Wein, allein er besitzt das Aroma nicht, was den Rheinwein auszeichnet.

Man sieht leicht, daß Säure und Weingeruch zu einander in einer bestimmten Beziehung stehen, beide sind stets neben einander vorhanden, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gegenwart der erstern von bestimmtem Einfluß war bei der Bildung des Bouquets.

Am deutlichsten zeigt sich dieser Einfluß bei der Gährung von Flüssigkeiten, in welchen alle Weinsäure fehlt, namentlich in solchen, welche sehr nahe neutral oder alkalisch sind, wie namentlich bei der Gährung von Kartoffeln- oder Getreidemaische.

Der Kartoffel- und Getreidebranntwein enthält eine den ätherischen Oelen ähnliche Verbindung, die diesen Flüssigkeiten ihren eigenthümlichen Geschmack ertheilt. Diese

Materie erzeugt sich in der Gährung der Maische, sie ist in der gegohrenen Flüssigkeit fertig gebildet vorhanden, denn durch die bloße Erhöhung der Temperatur destillirt sie mit den Alkoholdämpfen über.

Man hat die Beobachtung gemacht, daß mit der Neutralität der Maische, bei Zusatz von Asche, kohlensaurem Kalk, die Quantität des gebildeten Alkohols bis zu einem gewissen Grade zunimmt, aber mit einer größern Ausbeute an Branntwein wächst sein Gehalt an Fuselöl.

Man weiß überdies, daß der Branntwein aus Kartoffelstärke, nach vorangegangener Verwandlung in Zucker durch verdünnte Schwefelsäure, völlig frei von Fuselöl ist, daß mithin diese Substanz in Folge einer Veränderung erzeugt wird, welche der Faserstoff der Kartoffeln während der Gährung erfährt.

Unleugbare Erfahrungen beweisen, daß die gleichzeitige Fäulniß oder Gährung dieses Faserstoffs, in Folge welcher Fuselöl erzeugt wird, bei dem Getreidebranntwein vermieden werden kann *).

Das nämliche Malz, welches in der Branntweinbereitung ein Fuselöl haltiges Destillat giebt, liefert in der Bierbereitung eine spirituöse Flüssigkeit, welche keine Spur Fuselöl enthält; der Hauptunterschied bei der Gährung beider liegt darin, daß in der Gährung der Bierwürze eine aromatische Substanz zugesetzt wird, der Hopfen, und es ist gewiß, daß sein Vorhandensein eine Aenderung in den vorhergehenden Metamorphosen bedingt hat. Wir wissen, daß das

*) In der Fabrik des Herrn Dubrunfaut wurde unter gewissen Umständen eine so beträchtliche Menge Fuselöl aus Kartoffelbranntwein erhalten, daß es zum Beleuchten des ganzen Fabriklocals benützt werden konnte.

ätherische Del des Senfs, so wie brenzliche Oele, die Gährung des Zuckers, den Einfluß der sich zerlegenden Hefe gänzlich vernichten. Das ätherische Del des Hopfens besitzt diese Eigenschaft nicht, aber es vermindert in hohem Grade den Einfluß von sich zerlegenden stickstoffhaltigen Materien auf die Verwandlung des Weingeistes in Essig, und man hat mithin Grund zu glauben, daß es aromatische Substanzen giebt, durch deren Zusatz zu Gährmischungen die mannichfaltigsten Aenderungen in der Natur der sich erzeugenden Producte hervorgebracht werden können.

Welche Meinung man auch über die Entstehung der flüchtigen, riechenden Materien in der Weingährung haben mag, so viel ist gewiß, der Weingeruch rührt von dem Aether einer organischen, den fetten Säuren ähnlichen Säure her, die sich während der Gährung bildet.

Nur in Flüssigkeiten, welche andere leicht lösliche Säuren enthalten, sind die fetten Säuren, ist die Denanthsäure fähig, eine Verbindung mit dem Aether des Alkohols einzugehen, d. h. Geruch zu erzeugen. Wir finden diesen Aether in allen Weinen, welche freie Säure enthalten, er fehlt in den Weinen, welche frei sind von Säuren; diese Säure war mithin den Geruch vermittelnd, ohne ihr Vorhandensein würde sich kein Denanthäther gebildet haben.

Das Fuselöl des Getreidebranntweins besteht zum größten Theil aus einer nicht ätherificirten fetten Säure; es löst Kupferoxyd, überhaupt Metalloxyde auf und kann durch Alkalien gebunden werden.

Der Hauptbestandtheil dieses Fuselöls ist eine der Denanthsäure in ihrer Zusammensetzung identische, in ihren Eigenschaften aber verschiedene Säure (Mulder). Es wird in gährenden Flüssigkeiten gebildet, welche, wenn sie sauer

reagiren, nur Essigsäure enthalten, eine Säure, welche auf die Aetherbildung anderer Säuren ohne Einfluß ist.

Das Fuselöl des Kartoffelbranntweins ist das Hydrat einer organischen Base, ähnlich dem Aether, fähig also, mit Säuren Verbindungen einzugehen; es wird in gährenden Flüssigkeiten in vorzüglicher Menge gebildet, welche neutral oder schwach alkalisch sind, unter Umständen also, wo es an und für sich unfähig ist, eine Verbindung mit einer Säure einzugehen.

Unter den Producten der Gährung und Fäulniß neutraler Pflanzensäfte, Pflanzen- und Thierstoffe bemerkt man stets die Gegenwart flüchtiger, meist übelriechender Materien, aber das evidenteste und merkwürdigste Beispiel von der Erzeugung eines wahren ätherischen Oels liefert die Gährung des Zuckers in höherer Temperatur bei Berührung mit faulendem Käse, wobei sich Buttersäure erzeugt (Pelouze), so wie die Gährung des vollkommen geruchlosen Krautes von *Centaureum minus*. Mit Wasser einer etwas erhöhten Temperatur ausgesetzt, geht es in Gährung über, die sich durch einen durchdringenden angenehmen Geruch zu erkennen giebt (Büchner).

Durch Destillation erhält man aus dieser Flüssigkeit eine ätherische ölige Substanz von großer Flüchtigkeit, welche stechenden Reiz und Thränen der Augen hervorbringt (Büchner).

Wir wissen, daß in den meisten Blüthen und Pflanzstoffen, wenn sie riechen, dieser Geruch einem darin vorhandenen ätherischen Oel angehört, allein es ist eine nicht minder positive Erfahrung, daß andere nur insofern riechen, als sie sich verändern, oder als sie sich in Zersetzung befinden.

Das Arsen, die arsenige Säure, sind beide geruchlos, nur in dem Act seiner Drydation verbreitet es den penetrantesten

Knoblauchgeruch; so riechen Hollunderbeerensäft, viele Terpen-
thindölarten, Citronenöl nur in dem Act ihrer Drydation, ihrer
Verwesung; dasselbe ist der Fall bei vielen Blüthen, und
beim Moschus hat Geiger bewiesen, daß er seinen Geruch
einer fortschreitenden Fäulniß und Verwesung verdankt.

Daher mag es denn auch kommen, daß in der Gährung
von zuckerhaltigen Pflanzensäften das eigenthümliche Princip
vieler Pflanzenstoffe, dem ihr Geruch angehört, erst gebildet
und entwickelt wird, wenigstens reichen kleine Quantitäten
von Weiden-, Hollunder-, Linden- und Schlüsselblumenblü-
then, wenn sie während der Gährung zugesetzt werden, hin,
der gegohrenen Flüssigkeit den stärksten Geruch und Geschmack
nach diesen Materien mitzutheilen, ein Resultat, was man
durch Zusatz eines Destillats von hundertmal größeren Men-
gen nicht erzielt. In Baiern ganz besonders, wo der ver-
schiedene Geschmack der Biere sie in zahllose Sorten trennt,
läßt man bei manchen Bieren geringe Mengen Kräuter und
Blüthen verschiedener Pflanzen mit der Bierwürze gähren,
und auch am Rhein wird betrügerischer Weise in vielen Wei-
nen ein künstliches Bouquet durch Zusatz von manchen Salbey-
und Kautenarten erzeugt, insofern verschieden von dem echten
Aroma, als es bei weitem veränderlicher ist, und sich nach
und nach bei der Aufbewahrung des Weins wieder verliert.

Die Verschiedenheit der Traubensäfte in verschiedenen
Klimaten beruht nun nicht allein auf dem Gehalt an freier
Säure, sondern in der ungleichen Menge von Zucker, den
sie gelöst enthalten; man kann annehmen, daß ihr Gehalt
an stickstoffhaltiger Materie überall gleich ist, man hat we-
nigstens im südlichen Frankreich und am Rhein, in Bezie-
hung auf die sich in der Gährung abscheidende Hefe, keinen
Unterschied beobachtet.

Die in heißen Ländern gereiften Trauben, so wie die gekochten Traubensäfte sind verhältnißmäßig reich an Zucker; bei der Gährung dieses Saftes ist die völlige Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, ihre völlige Abscheidung im unlöslichen Zustande, früher beendigt, ehe aller Zucker seine eigene Metamorphose in Alkohol und Kohlensäure erlitten hat; es bleibt eine gewisse Menge Zucker dem Weine unzersezt beigemischt, eben weil die Ursache einer weitern Zersetzung fehlt.

In den Traubensäften der gemäßigten Zone ist mit der Metamorphose des Zuckers die völlige Abscheidung der stickstoffhaltigen Materien im ungelösten Zustande nicht bewirkt worden. Diese Weine enthalten keinen Zucker mehr, sie enthalten aber wechselnde Mengen von unzersezttem Kleber in Auflösung.

Dieser Klebergehalt ertheilt diesen Weinen die Fähigkeit, von selbst, bei ungehindertem Zutritt der Luft, in Essig überzugehen; indem er den Sauerstoff aufnimmt und unauflöslich wird, überträgt sich diese Drydation auf den Alkohol, er verwandelt sich in Essig.

Durch das Lagern der Weine in Fässern, bei sehr gehindertem Luftzutritt und möglichst niederer Temperatur wird die Drydation dieser stickstoffhaltigen Materien bewirkt, ohne daß der Alkohol, welcher dazu einer höhern Temperatur bedarf, Antheil daran nimmt; so lange der Wein in den Lagerfässern Unterhese absetzt, kann er durch Zusatz von Zucker wieder in Gährung versetzt werden, aber der alte wohl abgelagerte Wein hat die Fähigkeit, durch Zuckerzusatz zu gähren und von selbst in Essig überzugehen, verloren, eben weil in ihm die Bedingung zur Gährung und Verwesung, nämlich eine in Zersetzung oder Verwesung begriffene Materie, fehlt.

Bei dem Abfüllen der jungen Weine, welche noch reich an Kleber sind, hindern wir ihren Uebergang in Essig, ihre Verwesung, durch Zusatz von schwefliger Säure, durch eine Substanz also, die den aufgenommenen Sauerstoff der Luft, in dem Faß und in dem Wein, hindert, an die organische Materie zu treten, indem sie sich selbst damit verbindet.

Auf eine ähnliche Weise, wie in den Weinen, unterscheiden sich die Bierarten von einander.

Die englischen, französischen und die meisten deutschen Biere gehen beim Zutritt der Luft in Essig über; diese Eigenschaft fehlt den bairischen Lagerbieren, sie lassen sich, ohne sauer zu werden, in vollen und halbgefüllten Fässern ohne Veränderung aufbewahren. Diese schätzbare Eigenschaft haben diese Biere durch ein eigenthümliches Verfahren in der Gährung der Bierwürze, durch die sogenannte Untergährung, erhalten, und eine vollendete Experimentirkunst hat damit eins der schönsten Probleme der Theorie gelöst.

Die Bierwürze ist verhältnißmäßig reicher an aufgelöstem Kleber als an Zucker, bei ihrer Gährung auf die gewöhnliche Weise scheidet sich eine große Menge Hefe als dicker Schaum ab, die sich entwickelnde Kohlensäure hängt sich in Bläschen den Hefetheilchen an, macht sie specifisch leichter und hebt sie auf die Oberfläche der Flüssigkeit empor.

Neben den sich zerlegenden Zuckertheilchen befinden sich Theile des in Drydation im Innern der Flüssigkeit begriffenen Klebers. Kohlensäure von dem Zucker, unauflösliches Ferment von dem Kleber scheiden sich gleichzeitig neben einander ab, und die letzte Art von Verbindung zeigt sich in beiden durch Abhäßon.

Nach der Vollendung der Metamorphose des Zuckers bleibt noch eine große Menge Kleber in der gegohrenen Flüssigkeit.

sigkeit in Auflösung, und dieser Kleber, durch seine ausgezeichnete Neigung, Sauerstoff anzuziehen und zu verwesen, veranlaßt den Uebergang des Alkohols in Essig; mit seiner gänzlichen Entfernung und mit der Entfernung aller oxydationsfähigen Materien würde das Bier seine Fähigkeit, sauer zu werden, verloren haben. Diese Bedingungen werden nun vollkommen erfüllt durch das bairische Gährverfahren.

Die gehopfte Würze läßt man in sehr weiten offenen Kufen in Gährung übergehen, in welchen die Flüssigkeit der Luft eine große Oberfläche darbietet; man läßt sie an kühlen Orten vor sich gehen, deren Temperatur 6—8° R. nicht übersteigt. Die Gährung dauert 3—6 Wochen; die Kohlensäure entwickelt sich nicht in großen voluminösen, auf der Oberfläche zerplatzenden Blasen, sondern in feinen Bläschen wie aus einem Säuerling, wie aus einer Flüssigkeit, die damit in höherm Drucke übersättigt war. Die Oberfläche der Flüssigkeit ist kaum mit Schaum bedeckt, und alle Hefe setzt sich auf den Boden der Kufe in Gestalt eines feinen zähen Schlammes als sogenannte Unterhese ab.

Um sich eine klare Vorstellung von der großen Verschiedenheit der beiden Gährungsprocesse, der Ober- und Untergährung zu verschaffen, genügt es vielleicht, darauf zurückzuweisen, daß die Metamorphose des Klebers, oder der stickstoffhaltigen Bestandtheile überhaupt, in mehrere Perioden zerfällt.

In der ersten Periode geht seine Verwandlung in unauflösliches Ferment in dem Innern der Flüssigkeit vor sich, Kohlensäure und Hefe scheiden sich neben einander ab; wir wissen, daß diese Abscheidung mit einer Sauerstoffaufnahme verknüpft ist, und sind nur zweifelhaft darüber, ob dieser Sauerstoff von den Elementen des Zuckers, des Wassers oder von seiner eigenen Masse genommen wird, ob dieser Sauer-

stoff geradezu sich damit verbindet, oder ob er an den Wasserstoff des Klebers tritt, damit Wasser bildend. Bezeichnen wir, um einen Begriff festzuhalten, diese erstere Veränderung mit Drydation, so sind also die Drydation des Klebers und die Umsezung der Atome des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol die beiden Actionen, die sich gegenseitig bedingen; schließen wir die eine aus, so hört damit die andere auf.

Oberhefe, d. h. Hefe, die sich auf die Oberfläche der Flüssigkeit begiebt, ist aber nicht das Product einer vollendeten Zersezung, sondern es ist oxydirter Kleber, welcher im feuchten Zustande einer Umsezung seiner Bestandtheile, einer neuen Metamorphose, entgegen geht. Durch diesen Zustand ist er fähig, in Zuckerswasser wieder Gährung zu erregen, und wenn neben diesem Zucker Kleber zugegen ist, so veranlaßt der sich zersezende Zucker die Metamorphose des aufgelösten Klebers in Hefe; in einem gewissen Sinne scheint sich also die Hefe reproducirt zu haben.

Die Oberhefe ist faulender oxydirter Kleber, dessen Zustand der Fäulniß in den Elementen des Zuckers eine ähnliche Metamorphose hervorruft.

Die Unterhefe ist Kleber im Zustande der Verwesung, es ist verwesender oxydirter Kleber. Der abweichende Zersezungsproceß, in dem sich seine Elemente befinden, bringt in dem Zucker eine äußerst verlangsamte Fäulniß (Gährung) hervor. Die Intensität der Action ist in dem Grade gehemmt, daß kein Theilchen des aufgelösten Klebers Antheil daran nimmt. Aber der Contact des verwesenden Klebers (der Unterhefe) veranlaßt die Verwesung des in der Bierwürze gelösten Klebers, bei Zutritt der Luft wird Sauerstoffgas aufgenommen, aller gelöste Kleber scheidet sich als Unterhefe vollständig ab.

Man kann aus gährendem Bier den Absatz, die Oberhefe, durch Filtration entfernen, ohne die Gährung aufzuheben; allein die Unterhefe kann nicht von der Flüssigkeit getrennt werden, ohne alle Erscheinungen der Untergährung zu unterbrechen; sie hört auf oder geht bei höherer Temperatur in Obergährung über.

Die Unterhefe bringt keine Obergährung hervor, sie ist zum Stellen des Backwerks untauglich, aber die Oberhefe kann die Untergährung bewirken.

Wenn man zur Würze bei einer Temperatur von 4—6° R. Oberhefe zusetzt, so erfolgt eine langsame nicht stürmische Gährung, welche, wenn man den Bodensatz benutzt, um neue Würze wieder unter denselben Umständen in Gährung zu bringen, nach mehrmaligem Wiederholen in wahre Untergährung übergeht; es wird zuletzt Unterhefe gebildet, die alle Eigenschaft verloren hat, Obergährung hervorzubringen und selbst bei 10° R. Untergährung bewirkt.

In einer Bierwürze, welche in einer niedrigen Temperatur mit Unterhefe der Gährung unterworfen wird, haben wir also die Bedingung zur Metamorphose des Zuckers in der Gegenwart der Unterhefe selbst, allein die Bedingung zur Verwandlung des Klebers in Ferment in Folge einer im Innern der Flüssigkeit vorgehenden Oxydation des Klebers ist nicht vorhanden.

In seiner Fähigkeit und seinem Streben, Sauerstoff aufzunehmen durch den Contact mit Unterhefe, die sich im Zustande der Verwesung befindet, erhöht, und in dem freien ungehinderten Zutritt der Luft haben wir aber alle Bedingungen zu seiner eigenen Verwesung, zu seinem Uebergang in den oxydirten Zustand. Gegenwart von freiem Sauerstoff und aufgelöstem Kleber haben wir als die Bedinger

der Verwesung des Alkohols zu seinem Uebergang in Essig kennen gelernt, allein beide sind ohne Einfluß auf den Alkohol, bei niederen Temperaturen. Der Ausschluß der Wärme wirkt hemmend auf die langsame Verbrennung des Alkohols; der Kleber verbindet sich von selbst, wie die im Wasser gelöste schweflige Säure, mit dem Sauerstoff der Luft; diese Eigenschaft geht dem Alkohol ab, und während der Drydation des Klebers in niedrigen Temperaturen befindet sich der Alkohol neben ihm in derselben Lage, wie bei dem Schwefeln des Weins der Kleber neben der schwefligen Säure. Der Sauerstoff, der bei ungeschwefeltem Wein sich mit dem Kleber und dem Alkohol verbunden haben würde, tritt an keinen von beiden, er verbindet sich mit der schwefligen Säure. So tritt denn in der Untergährung der Sauerstoff der Luft nicht an Alkohol und Kleber zugleich, sondern an letztern allein; in höheren Temperaturen würde er an beide getreten sein, d. h. es würde sich Essig gebildet haben.

So ist denn dieser merkwürdige Proceß der Untergährung eine gleichzeitig vorgehende Fäulniß und Verwesung. Zucker befindet sich in der Metamorphose der Fäulniß, der aufgelöste Kleber im Zustande der Verwesung.

Die Appert'sche Aufbewahrungsmethode und die Untergährung des Biers beruhen auf einerlei Princip.

In der Untergährung des Biers wird durch ungehinderten Zutritt der Luft alle der Verwesung fähige Materie bei einer niedrigen Temperatur abgeschieden, in welcher der Alkohol keinen Sauerstoff aufzunehmen fähig ist; mit ihrer Entfernung vermindert sich die Neigung des Biers, in Essig überzugehen, d. h. eine weitere Metamorphose zu erleiden.

In der Appert'schen Aufbewahrungsmethode von Speisen läßt man den Sauerstoff bei einer hohen Temperatur in

Verbindung treten mit der Materie der Speisen, in einem Wärmegrade, in welchem wohl Verwesung aber keine Fäulniß, keine Gährung, stattfindet. Mit der Hinwegnahme des Sauerstoffs und der Vollendung der Verwesung, ist jede Ursache zur weitem Störung entfernt. In der Untergährung wird die der Verwesung fähige Substanz, in der Appert'schen Aufbewahrungsmethode der Verweser, der Sauerstoff, entfernt.

Es ist berührt worden, daß es ungewiß ist, ob der Kleber, wenn er in Oberhefe übergeht, wenn er also aus gährenden Flüssigkeiten sich in unlöslichem Zustande ausscheidet, sich geradezu mit dem Sauerstoff verbindet, ob also das Ferment sich von dem Kleber lediglich durch einen größern Sauerstoffgehalt unterscheidet. Dies ist in der That eine höchst schwierig zu entscheidende Frage, da sie selbst durch die Analyse möglicher Weise nicht lösbar ist. Beachten wir z. B. das Verhalten des Allorans und Allorantins, von Materien, welche die nämlichen Elemente wie der Kleber, obwohl in ganz andern Verhältnissen enthalten, so weiß man, daß das eine aus dem andern durch eine bloße Sauerstoffaufnahme entstehen oder rückwärts das eine in das andere durch Reductionsmittel verwandelt werden kann. Beide sind absolut aus denselben Elementen gebildet, bis auf 1 Aeq. Wasserstoff, was das Allorantin mehr enthält.

Behandeln wir das Allorantin mit Chlor und Salpetersäure, so wird es in Alloran verwandelt, in einen Körper also, welcher Allorantin ist, minus 1 Aeq. Wasserstoff.

Leiten wir durch eine Auflösung von Alloran Schwefelwasserstoff, so wird Schwefel abgeschieden und Allorantin gebildet. In dem ersten Falle, kann man sagen, ist der Wasserstoff ganz einfach hinweggenommen worden, in dem andern ist er wieder hinzugetreten.

Aber die Erklärung nimmt eine nicht minder einfache Form an, wenn man beide als verschiedene Dryde eines und desselben Radicals betrachtet, das Alloran als eine Verbindung von 2 Aeq. Wasser mit einem Körper $C_3 N_4 H_2 O_7$, das Allorantin als eine Verbindung von 3 At. Wasser mit einem Körper $C_3 N_4 H_2 O_7$. Die Verwandlung des Allorans in Allorantin würde hiernach erfolgen, indem die 8 At. Sauerstoff, die es enthält, auf 7 At. reducirt werden, und umgekehrt würde sich aus Allorantin Alloran bilden durch die Aufnahme von 1 At. Sauerstoff, den es der Salpetersäure entzieht.

Man kennt nun Dryde, die sich mit Wasser verbinden und sich ähnlich wie Alloran und Allorantin verhalten; man kennt aber keine Wasserstoffverbindung, welche Hydrate bildet, und die Gewohnheit, welche das Unähnliche bis zur Entscheidung der Eigenthümlichkeit zurückweist, läßt uns eine Meinung vorziehen, für die man, genau betrachtet, keine Gründe hat, als die Analogie. In den Isatis, den Neriumarten, dem Baib ist nun, wie man weiß, eine stickstoffhaltige Materie, ähnlich in mancher Beziehung dem Kleber, enthalten, eine Substanz, welche sich als blauer Indigo abscheidet, wenn der wässerige Aufguß der getrockneten Blätter der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird. Man ist durchaus im Zweifel, ob der blaue unlösliche Indigo ein Dryd des farblosen löslichen, oder der letztere die Wasserstoffverbindung des blauen ist. Dumas hat nämlich in beiden dieselben Elemente gefunden, bis auf 1 Aeq. Wasserstoff, was der lösliche Indigo mehr enthält, als der blaue.

Wie man leicht bemerkt, kann man den löslichen Kleber als eine Wasserstoffverbindung betrachten, welche, der Luft unter geeigneten Bedingungen ausgesetzt, durch die Ein-

wirkung des Sauerstoffs eine gewisse Quantität Wasserstoff verliert und dadurch zu unlöslichem Ferment wird; jedenfalls geht aus der Abscheidung der Hefe in der Conservation des Weins und der Untergährung bei dem Bier, welche in beiden Fällen nur bei Zutritt von Sauerstoff erfolgt, bis zur Evidenz hervor, daß der Sauerstoff den unlöslichen Zustand bedingt.

In welcher Form nun auch der Sauerstoff hinzutreten mag, gleichgültig, ob er sich direct mit dem Kleber verbindet, oder ob er an eine Portion seines Wasserstoffs tritt und damit Wasser bildet; die Producte, welche in Folge seiner Verwandlung in Ferment im Innern der gährenden Flüssigkeit gebildet werden, diese Producte müssen einerlei Beschaffenheit besitzen.

Denken wir uns den Kleber als eine Wasserstoffverbindung, so wird sein Wasserstoff in der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze hinweggenommen werden, indem er sich mit Sauerstoff verbindet, gerade so wie bei der Verwesung des Alkohols zu Aldehyd.

Die Atmosphäre ist abgeschlossen; dieser Sauerstoff wird also nicht aus der Luft, er kann nicht von den Elementen des Wassers genommen werden, weil es unmöglich ist, anzunehmen, daß sich der Sauerstoff von dem Wasserstoff des Wassers trenne, um mit dem Wasserstoff des Klebers wieder Wasser zu bilden. Die Elemente des Zuckers müssen demnach diesen Sauerstoff liefern, d. h. es muß in Folge der Bildung des Ferments eine Portion Zucker auf eine andere Weise zerlegt werden, als dies durch seine eigene Metamorphose geschieht; eine gewisse Portion Zucker wird keinen Alkohol und keine Kohlensäure liefern; es müssen sich aus seinen Elementen andere, an Sauerstoff ärmere Producte bilden.

Es ist schon früher auf diese Producte hingewiesen worden, sie sind es, welche eine so große Verschiedenheit in den Qualitäten der gegohrenen Flüssigkeiten und namentlich in ihrem Alkoholgehalt bedingen.

Der Traubensaft, die Bierwürze liefern also in der Obergährung keineswegs eine dem Zuckergehalt entsprechende Menge von Alkohol, eben weil eine Portion Zucker zur Verwandlung des Klebers in Ferment, in Hefe, und nicht zur Alkoholbildung verwendet wird. Dies muß aber vollständig in der Untergährung, dies muß auf's vollständigste bei allen Gährungen stattfinden, wo die Metamorphose des Zuckers nicht begleitet ist von Hefenbildung.

Es ist eine entschiedene Thatsache, daß in der Branntweimbrennerei aus Kartoffeln, wobei sich keine oder nur eine dem Malzzusatz entsprechende Quantität Hefe bildet, daß bei der Gährung der Kartoffelmaische, eine dem Kohlenstoffgehalt der Stärke genau entsprechende Menge von Alkohol und Kohlenäure gewonnen werden kann, und daß das Volum der Kohlenäure, die sich durch Gährung aus den Runkelrüben entwickelt, keine scharfe Bestimmung ihres Zuckergehaltes zuläßt, weil man weniger an Kohlenäure erhält, als dieser Zucker für sich in reinem Zustande liefern würde.

Bei gleichen Quantitäten Malz enthält das durch Untergährung erhaltene Bier mehr Alkohol und ist berauschender, als das obergährige. Man schreibt gewöhnlich den kräftigen Geschmack des erstern einem größern Gehalt von Kohlenäure, einer festern Bindung derselben zu, allein mit Unrecht. Beide Bierarten sind nach Vollendung der Gährung absolut gleich mit Kohlenäure gesättigt; wie alle Flüssigkeiten müssen beide in der Gährung von der aus ihrem Innern

entweichenden Kohlensäure eine Quantität zurückbehalten, die genau der Temperatur und ihrem Auflösungsvermögen, d. h. ihrem Volumen, entspricht.

Die Temperatur, in welcher die Gährung vor sich geht, hat einen höchst wichtigen Einfluß auf die Quantität des erzeugten Alkohols; es ist erwähnt worden, daß Runkelrübensaft, den man bei 30° bis 35° in Gährung übergehen läßt, keinen Alkohol liefert, daß man an der Stelle des Zuckers eine der Gährung nicht fähige sauerstoffärmere Substanz, den Mannit, daß man Milchsäure und Schleim vorfindet. Mit der Abnahme der Temperatur vermindert sich die Bildung dieser Producte; allein es ist in stickstoffhaltigen Pflanzensäften natürlich unmöglich, die Grenze festzusetzen, wo die Metamorphose des Zuckers allein erfolgt, wo sie also unbegleitet ist von einer eingreifenden störenden Zersetzungsweise.

Aus der Untergährung des Biers weiß man, daß durch die Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, neben der niedrigen Temperatur, durch zwei Bedingungen also, die vollkommene Metamorphose des Zuckers erfolgt, weil die Ursache der Störung derselben, weil dem Streben des Klebers, sich in unlösliches Ferment zu verwandeln, durch Hinzuführung von Sauerstoff von außen her genügt wird.

Bei dem Beginn der Gährung des Traubensaftes und der Bierwürze ist die Menge der in Metamorphose begriffenen Materien natürlich am größten, alle Erscheinungen, welche sie begleiten, Gasentwicklung und Erhöhung der Temperatur, treten in dieser Periode am stärksten ein; mit der Zersetzung der größern Menge Zucker und Kleber vermindern sich die Zeichen der im Innern vorgehenden Zersetzung, ohne daß sie aber eher als vollendet angesehen werden kann, als bis sie völlig verschwinden.

Die langsam fortbauernde Zersetzung nach der schnell eintretenden stürmischen oder lebhaften Gasentwicklung nennt man Nachgährung; bei dem Weine wie bei dem Biere dauert sie bis zum völligen Verschwinden ihres Zuckergehaltes fort, das specifische Gewicht der Flüssigkeit nimmt viele Monate hindurch noch ab. Die Nachgährung ist in den meisten Fällen eine wahre Untergährung, in welcher zum Theil die Metamorphose des noch aufgelösten Zuckers in Folge der fortschreitenden Zersetzung der Unterhefe bewirkt wird, ohne daß übrigens damit bei Luftaustschluß eine vollkommene Ausscheidung der gelösten stickstoffhaltigen Materien bedingt wird.

In mehreren deutschen Staaten hat man den günstigen Einfluß eines rationellen Gährungsverfahrens auf die Qualität der Biere sehr wohl erkannt; man hat z. B. im Großherzogthum Hessen beträchtliche Preise auf die Darstellung von Bier nach dem bairischen Gährungsverfahren ausgesetzt, und diese Preise werden Demjenigen zuerkannt, welcher nachweisen kann, daß sein Fabricat sich 6 Monate lang in Lagerfässern aufbewahren ließ, ohne sauer zu werden. Hunderte von Fässern Bier sind an den meisten Orten im Anfange zu Essig geworden, bis man zu einer empirischen Kenntniß der Bedingungen gelangte, deren Einfluß durch die Theorie vorausgesetzt und zum Bewußtsein gebracht wird.

Weber der Alkoholgehalt, noch der Hopfen allein, noch beide zusammen schützen das Bier vor dem Sauerwerden; in England gelingt es mit einem Verlust der Zinsen eines ungeheuren Kapitals, die bessern Sorten Ale und Porter vor dem Uebergang in Säure dadurch zu schützen, daß man sie in damit angefüllten ungeheuern faßartigen verschlossenen Gefäßen, deren Oberfläche mit Sand bedeckt ist, mehrere Jahre

liegen läßt, daß man sie also ähnlich behandelt, wie die Weine in dem sogenannten Ablagern.

Durch die Poren des Holzes findet ein schwacher Luftwechsel Statt; die Menge der stickstoffhaltigen Materie im Verhältniß zu dem zutretenden Sauerstoff ist so groß, daß dieser Sauerstoff dadurch gehindert wird, an den Alkohol zu treten; aber auch das nach diesem Verfahren behandelte Bier hält sich bei Luftzutritt in kleineren Gefäßen nicht über zwei Monate lang.

Pilz- und Infusorien-Gährung.

Die mikroskopischen Untersuchungen gährender und faulender Pflanzen- und Thiersubstanzen haben in der neuesten Zeit zu der Meinung geführt, daß die Ursache der dem Anschein nach von selbst in diesen Materien eintretenden Veränderungen, daß die Gährung und Fäulniß derselben, hervorgerufen werden in Folge der Entwicklung von Pilzen oder mikroskopischen Thieren, deren Keime und Eier sich auf eine für uns nicht wahrnehmbare Weise verbreiten und überall zur Entwicklung gelangen, wo sich ein zu ihrer Ernährung geeigneter Boden darbietet.

In diesem Sinne haben einige Naturforscher die Gährung der Bierwürze und des Traubensaftes dargestellt; sie behaupten nämlich, daß die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und

Kohlensäure bedingt werde, durch den Contact der Zuckertheilchen mit den sich entwickelnden Pflanzen, als welche sie das sich abscheidende Ferment betrachten, ohne übrigens auf die letzte Ursache des Zerfallens der Bestandtheile des Zuckers näher einzugehen. Man hat sich darin gefallen, diese Ansicht als entgegengesetzt der Theorie anzusehen, die im Vorhergehenden entwickelt worden ist, und den Contact (die Berührung) als die Ursache einer sich äußernden eigenthümlichen Thätigkeit (Kraft) zu bezeichnen.

In allen chemischen Processen, in allen Veränderungen, welche durch Affinität bewirkt werden, beobachten wir nun, daß der Contact (die Berührung) die Hauptbedingung der sich äußernden Thätigkeit ist, und die Chemiker haben deshalb die Affinität als eine Kraft bezeichnet, insofern verschieden von anderen Kräften, als sie nur bei unmittelbarer Berührung oder in Entfernungen wirkt, welche unmeßbar klein sind. In einer jeden Verbindung oder Zersetzung spielt deshalb der Contact insofern eine Hauptrolle, als ohne Contact weder eine Verbindung noch Zersetzung wahrgenommen wird. Alle Materien, welche Verbindung oder Zersetzung bewirken, sind in dieser Beziehung Contactsubstanzen.

In der entwickelten Theorie der Fäulniß und Gährung ist keineswegs angenommen worden, daß das Ferment auf eine meßbare Entfernung hin die Zerlegung des Zuckers bewirken könne; in dieser Beziehung stehen also diese Ansichten einander nicht entgegen, nur darin weichen sie von einander ab, daß nach der einen Ansicht die Hefe als ein Körper betrachtet wird, dessen kleinste Theilchen sich in einem Zustande der Bewegung (Umsetzung) befinden, die sich auf die Zuckertheilchen überträgt und in diesen eine ähnliche Umsetzung hervorruft, während nach der andern die Hefentheil-

den Pilze sind, welche aus Keimen oder Samen durch die Atmosphäre in die gährungsfähige Flüssigkeit gelangen und dort sich auf Kosten der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben entwickeln, in der Art, daß diese Bestandtheile sich in Pilze verwandeln und als solche abgeschieden werden. Durch den Contact der sich entwickelnden Pilze mit den Zuckertheilchen zerfallen diese in Kohlensäure und Alkohol, was natürlich nichts Anderes sagen will, als daß durch den Act ihrer Vegetation, eine Störung in der chemischen Anziehung der Elemente des Zuckers bewirkt wird, in deren Folge sie sich zu neuen Verbindungen ordnen.

In den Versuchen Gay-Lussac's über die Gährung zeigte sich nun, daß Traubensaft, der bei Abhaltung aller Luft über Quecksilber ausgedrückt worden war, nicht in Gährung kam, bei Berührung mit Luft stellte sie sich hingegen in wenigen Stunden ein; er zeigte ferner, daß die Gährung sogleich beginnt, wenn man diesem Saft Sauerstoffgas zuführt, von welchem dem Maß nach $\frac{1}{120}$ soviel von dem Saft absorbiert wird, als sich während der Gährung kohlen-saures Gas entwickelt. Da man nun in dem chlorfauren Kali oder dem Braunstein, aus denen das Sauerstoffgas gewonnen wird, das Vorhandensein von Pilzkeimen oder Samen nicht voraussetzen kann, so ist es schwer, die Ursache der Zersetzung einer sich entwickelnden Vegetation zuzuschreiben.

Gay-Lussac zeigte zuletzt, daß der Saft durch Einführung der Polbräthe einer galvanischen Säule in Gährung käme, wo also die Zufuhr irgend einer Substanz von außen gänzlich abgeschlossen war. Die Ansicht, daß die Gährung des Zuckers durch den Contact mit einer sich entwickelnden Pflanze bewirkt werde, muß demnach voraussetzen, daß sich lebendige Wesen, Pflanzen z. B., ohne allen Keim und Samen zu entwickeln

vermögen, was Allem widerspricht, was aus positiven Beobachtungen über die Bedingungen der Entwicklung einer Pflanze geschlossen werden kann.

Gewiß ist, daß die Ernährung der bei völligem Abschluß des Lichtes sich entwickelnden Schwämme und Pilze nach anderen Gesetzen vor sich geht, als die der grünen Gewächse, und keinem Zweifel kann es unterliegen, daß es der faulende Körper oder die durch seine Fäulniß entstehenden neuen Producte sind, welche direct in diese Art von Pflanzen übergehen und durch die in ihnen wohnende Lebenshätigkeit eine organisirte Form erhalten. Während ihres Wachsthums hauchen sie nämlich beständig kohlen-saures Gas aus, sie geben also Kohlenstoff an die Atmosphäre ab und nehmen an Gewicht zu, unter Umständen, wo das Gewicht aller anderen Gewächse sich vermindert. Es ist deshalb möglich und wahrscheinlich, daß sich Pilze in gährenden und faulenden Substanzen zu entwickeln vermögen, insofern die entstehenden Producte der Fäulniß zu ihrer Ernährung sich eignen. Wenn wir nun eine gewisse Masse dieser Pilze mit Wasser der Siedhize aussetzen, so wird ihre Lebensfähigkeit und aller Keim zu einer weitem organischen Entwicklung unterdrückt und zerstört; setzen wir sie nun in diesem Zustande einer geeigneten Temperatur aus, so stellt sich in der Masse eine Gasentwicklung ein, sie gehen in Fäulniß und bei Zutritt der Luft in Verwesung über und wir behalten in letzter Form nichts Anderes, als ihre unorganischen Elemente übrig. Die Fäulniß ist also hier nicht als der Act der Bildung organischer Wesen, sondern als der Act des Ueberganges ihrer Elemente in unorganische Verbindungen anzusehen.

Beobachtungen anderer Art, so namentlich, daß Fleisch und andere Theile thierischer Körper in mehreren Wochen

nicht in Fäulniß übergehen, wenn sie frisch in ein Gefäß gebracht werden, welches aus geglühete Luft enthält, haben nicht wenig dazu beigetragen, die Meinung zu stützen, daß der Fäulnißproceß durch die Entwicklung niederer organischer Wesen bedingt werde, allein alle diese Versuche haben für diesen Schluß nur einen untergeordneten Werth. Bei Versuchen, die der Autor anstellte, um Chinin in dem Urin von Kranken zu entdecken, welche diese Substanz als Arzneimittel zu sich genommen hatten, zeigte sich die auffallende Erscheinung, daß dieser Urin, dessen Harnstoff unter anderen Umständen sich sehr oft schon in 6—8 Stunden vollkommen in kohlensaures Ammoniak verwandelt, selbst nach mehreren Wochen nicht in vollständige Fäulniß übergegangen war; erst nach 14 Tagen zeigte sich bei Zusatz von Säuren ein schwaches Aufbrausen, Grund genug, um der Gegenwart des Chinins in diesem Harn einen Antheil daran zuzuschreiben. Es ergab sich aber in weiteren Versuchen, daß frischer Urin in ganz reinen Gefäßen sich genau auf dieselbe Weise verhält. Wird dem frischen Urin hingegen etwas faulender Urin zugesetzt, so wird seine Fäulniß in hohem Grade beschleunigt; ganz besonders wirksam in dieser Hinsicht zeigt sich Holz, in welchem gefaulter Urin aufbewahrt wurde, und der weiße oder gelblich weiße Absatz aus faulem Urin, welcher keine organisirte Form besitzt, bewirkt die Verwandlung des Harnstoffs in kohlensaures Ammoniak schon in wenigen Stunden.

So erhält sich frisches Fleisch in einem reinen Glasgefäße, ganz gleichgültig, ob in gewöhnlicher oder geglüheter Luft, mehrere Wochen lang anscheinend ohne eine sehr bemerkliche Veränderung, obwohl es unausgesetzt der Luft Sauerstoff entzieht und Kohlen Säure ausgiebt, und bei Gegenwart

der nöthigen Menge Wasser geht es in Fäulniß über, ohne daß diese durch die geglühete Luft aufgehalten oder gehindert wird.

Niemand wird den Käfern, welche in Beziehung auf ihre Nahrung auf die Thierexcremente angewiesen sind, den Zustand der Zersetzung oder Fäulniß zuschreiben, in welchem sich diese Excremente befinden, ebenso wenig ist dieser Schluß zulässig für die Käfemilben und die Würmer, die wir oft in so ungeheurer Anzahl in den Käsen finden.

Wenn wir uns nun denken, daß die Zwischen-Producte, welche in dem Uebergang eines Thier- oder Pflanzenstoffes in unorganische Verbindungen gebildet werden, die Fähigkeit besitzen, das Leben gewisser niederer Thier- und Pflanzenklassen zu unterhalten, so bleibt nur die Art und Weise dunkel, wie die Keime der Pilze und die Eier der Infusorien an die Orte gelangen, welche sich zu ihrer Entwicklung eignen, denn einmal auf dem Boden angelangt, der ihnen Nahrung darbietet, ist ihre so außerordentliche Vermehrung seit Ehrenberg's Entdeckungen kein Räthsel mehr. Wenn wir nun ferner beachten, daß die Infusorien nur bis zu einem gewissen Zeitpunkte an Größe zunehmen, daß ihr Wachsthum eine Grenze hat, so muß daraus geschlossen werden, daß ihre Nahrung, wenn auch nur von dem Punkte ihrer vollkommeneren Ausbildung an, ganz ähnlich, wie in den höheren Thieren in der Form von Excrementen wieder aus ihrem Körper tritt. Wie allen anderen Excrementen muß ihnen die Fähigkeit, in Fäulniß und Zersetzung überzugehen, in einem ausgezeichneten Grade zukommen, und dieser Zustand muß durch die Berührung mit dem faulenden Körper, in dem sie sich befinden, jedenfalls hervorgerufen werden; die Vermehrung der Infusorien muß hiernach an sich selbst eine

Beschleunigung und Verbreitung des Fäulnißprocesses in dem faulenden Körper nach sich ziehen. Die letzten Producte der Fäulniß und Verwesung von Thier- und Pflanzensubstanzen sind Kohlen säure, Ammoniak und Wasser, für die Auffassung des chemischen Processes, durch welchen dieser Uebergang bewirkt wird, ist die Kenntniß der intermediären Verbindungen, welche diese Elemente bilden, von großem Interesse, allein es ist chemisch in Beziehung auf den Vorgang selbst ganz gleichgültig, ob die ersten, zweiten oder dritten Producte, ehe sie sich in die letzten verwandeln, die Form von Pilzen oder lebendigen Thieren (Infusorien) annehmen; sie selbst, diese Pflanzen oder Thiere, sind nicht die Ursachen des Uebergangs, denn sie erleiden ja nach ihrem Tode die nämlichen Veränderungen, die dann zuletzt ihr völliges Verschwinden bewirken.

Die ungeheuren Lager von mikroskopischen Schalthieren in der Kreide, in den Kieselinfusorien, enthalten keine organischen Substanzen mehr. Der Kalk ihres Gehäuses, die Kieselerde ihres Panzers stammen von dem Wasser, in dem sie sich entwickelten; wäre dieses Wasser nicht kalkhaltig oder kiesel säurehaltig gewesen, so würden sich diese Thiere nicht haben bilden können, hätten diese Thiere in den Producten der Fäulniß vorangegangener Thiergeschlechter (deren Ueberreste wir z. B. in dem Muschelskale finden) keine Nahrung gefunden, so würden sie sich ebenfalls nicht entwickelt und ohne Zusammenwirken beider Bedingungen nicht zu so ausgedehnten Massen und Lagern vermehrt haben.

Allein diese Thiere sind nicht die Ursache der Bildung des Kalk- oder Kiesel lagers, so wenig wie sie die Ursache der Fäulniß und Verwesung der Substanzen waren, die ihnen ihre organischen Bestandtheile lieferten. Wären diese

Thiere nicht vorhanden gewesen, so würde sich freilich keine Kreide, aber es würde sich Marmor oder ein anderer Kalkstein, die Kiesel Erde würde sich als Kieselschiefer oder Quarz aus dem Wasser nach seinem Verdunsten abgesetzt haben. Es ist also nur die Form, welche diese Lager durch das organische Leben erhielten, allein die Substanz der Lager selbst, die Kreide, ist chemisch in keiner Weise verschieden von dem krystallisirten Kalkspath, und zur Erklärung ihres Ursprungs möchten wohl die nämlichen Ansichten vollkommen ausreißend sein, die man für die Bildung der jüngeren Kalkformationen für ausgemachte Wahrheiten ansieht.

Der Uebergang der Bestandtheile eines Elephanten in luftförmige Verbindungen ist ganz derselbe Proceß und ist bedingt durch dieselben Ursachen, welche den Leib des letzten mikroskopischen Thieres, was seine Elemente von einer Reihe ihm vorangehender anderer Thiergeschlechter erhielt, nach seinem Tode zerstörten. Die letzten Producte sind in beiden Fächern identisch.

Weit wunderbarer und unbegreiflicher sind Beobachtungen anderer Art über das Verhalten und die Functionen gewisser mikroskopischer Thiere, aus denen Schlüsse über die Ernährung und Entwicklung dieser Geschöpfe zu folgern scheinen, welche Allem entgegengesetzt sind, was wir über den Ernährungsproceß anderer, aber höherer Thierklassen wissen.

In einer Abhandlung über die Zusammensetzung der Salzsoolen in Kurhessen erwähnt Pfanckuch der merkwürdigen Erscheinung, daß die schleimige Masse, welche sich dort in den Kästen bildet, in denen die von den Dornwänden der Grabirgebäude herunterfallende Soole wieder aufgefangen wird, ein Gas einschließt, welches reines Sauerstoffgas ist. Die frisch aus dem Schacht durch die Pumpen geför-

berte Soole ist vollkommen klar, enthält 5 p. c. Salz, Gyps und eine so beträchtliche Menge Schwefelwasserstoff, daß sie für ein Schwefelwasser gelten konnte.

In diesem Salzwasser bildet sich nun in den Sommermonaten bei anhaltendem klarem Wetter eine schleimige durchscheinende Masse, die den Boden 1—2 Zoll hoch bedeckt. Ueberall ist diese Materie mit großen oft mehrere Zoll breiten Luftblasen durchsetzt, die in Menge emporsteigen, sobald man mit einem Stock die sie einschließenden Häute zerreißt. Die Menge dieser Luftblasen ist nach Wöhler so groß, daß es leicht gewesen wäre, in kurzer Zeit hunderte von Flaschen damit zu füllen, sie ist so reich an Sauerstoffgas, daß sich ein glimmender Holzspan sogleich darin wieder entzündet und mit glänzendem Feuer verbrennt. Diese Luft zeigte sich in der Analyse aus 51 p. c. Sauerstoff und 49 p. c. Stickgas zusammengesetzt und es scheint nicht zweifelhaft zu sein, daß sie ursprünglich ganz reines Sauerstoffgas war, welches sich wie Gas in einer thierischen Blase mit atmosphärischer Luft auswechselte. Wenn in der That der Wasserstand in diesem Kasten sehr niedrig ist, so daß die Blasen mit der Luft beinahe in unmittelbare Berührung kamen, so zeigen sich die Blasen wie vorher, allein in diesem Fall geht die Diffusion so rasch von statten, daß man nur atmosphärische Luft darin findet (Wöhler).

Durch die mikroskopische Untersuchung der schleimigen membranösen Masse fand nun Wöhler, daß sie fast ganz aus lebenden sich bewegenden Infusorien bestand und zwar aus den *Navicula* und *Gaillionella*-Arten, die in den Freiburger papierartigen Gebilden und in dem Kieselguhr von Franzensbad vorkommen. Das Ganze besaß eine schwach grünliche Färbung und zeigte sich mit höchst feinen farblosen

Confervenfäden durchweht. Die schleimige Masse gab nach dem Auswaschen und Trocknen eine papierähnliche Masse, welche beim Erhitzen deutlich Ammoniak ausgab, also einen Gehalt an Stickstoff besaß; sie hinterließ eine weiße Asche, welche mit etwas Salzsäure behandelt Kieselskelette hinterließ, die noch ebenso unverändert und scharf die Form der Thiere hatten, daß man den frischen Schleim zu betrachten glaubte (Wöhler).

Diese Beobachtungen sind von außerordentlichem Interesse, denn, so fragt Wöhler, woher kommt nun das Sauerstoffgas, von den Conferven oder den Infusorien? In Betracht der so großen Menge Sauerstoff und der überwiegenden Menge von Infusorien sollte man denken: von diesen, allein wie sehr streitet dies gegen alle Analogie. Das Wasser kommt aus einer Tiefe von 500 Fuß, sein Gehalt an Schwefelwasserstoff beweist, daß es aus einem Gebirgslager kommt, welches faulende Thiersubstanzen enthält, durch deren Wirkung auf die vorhandenen schwefelsauren Salze der Schwefelwasserstoff gebildet worden ist, und in diesem Wasser entspringt, unter Mitwirkung des Sonnenlichtes, eine Sauerstoffquelle, dem Anschein nach weit ergiebiger, als wir sie in den grünenden Pflanzen kennen! Schon vor 56 Jahren sind von Sir W. Thompson *) (dem nachmaligen Grafen Rumford?) Versuche bekannt gemacht worden, deren Resultat zu merkwürdig ist, um nicht mit den eigenen Worten des Autors hier wiedergegeben zu werden.

Thompson fand nämlich, daß Seide, Baumwolle, Schaafwolle, Eiderdunen und andere organische Substanzen zu wahren Quellen von Sauerstoffgas werden, wenn sie

*) Phil. Transact. of the R. S. Vol. LXXVII. p. 198. 1787.

durch Waschen von der Luft befreit, in einer ganz mit Brunnenwasser angefüllten reinen Glasglocke dem Sonnenlichte ausgesetzt werden. Nach 2—3 Tagen nahm das Wasser eine grünliche Färbung an und von diesem Augenblick zeigt sich die Gasentwicklung.

»120 Gran Baumwolle in einer Glocke, welche 296 C.=Z.
 »Brunnenwasser enthielt, entwickelten in den ersten 4—5
 »Tagen $2\frac{3}{4}$ C.=Zoll Gas, welches fast keinen Sauerstoff
 »enthielt, erst am sechsten Tage, als die Sonne sehr heiß
 »schien, färbte sich das Wasser plötzlich grün und lieferte nach
 »6 weiteren Tagen $44\frac{1}{2}$ C.=Z. Sauerstoffgas von beträcht-
 »licher Reinheit. Nach dem Aufhören der Gasentwicklung
 »nahm das Wasser und die Baumwolle eine schwach gelb-
 »liche Farbe an. Als er das Wasser von der Baumwolle
 »unter dem Mikroskope betrachtete, so zeigte sich darin eine
 »große Anzahl außerordentlich kleiner fast runder Thierchen;
 »in allem Wasser, was die grünliche Farbe besaß, waren
 »diese Thiere enthalten, so daß die Farbe selbst durch ihre
 »Gegenwart bedingt schien.« Am Schlusse seiner zahlreichen
 Versuche sagt Thompson:

»Alle aufgezählten Erscheinungen lassen sich vielleicht er-
 »klären, wenn man annimmt, daß die in den verschiedenen
 »Experimenten erzeugte Luft in der Wassermasse aus der
 »grünen Materie entstanden sei und daß die Blätter, die
 »Seide, Baumwolle zc. nur ihre Entwicklung erleichterten,
 »insofern sie eine geeignete Oberfläche zur Ansammlung und
 »Annahme der Luftform darboten.

»Diese Erscheinungen erklären sich auch durch die der
 »Hypothese von Priestley günstige Annahme, daß die
 »grüne Materie aus Pflanzen besteht, die, an der Oberfläche

»der im Wasser befindlichen Körper sich anheftend, darin
»wächst und in Folge der Vegetation die Luft erzeugt.

»Ich würde dieser Meinung gern beipflichten, wenn nicht
»eine äußerst sorgfältige und aufmerksame Untersuchung des
»grünen Wassers mit einem trefflichen Mikroskope zur Zeit,
»wo es die reine Luft am reichlichsten gab, mich überzeugt
»hätte, daß es grade in dieser Periode nichts enthält, dem
»man pflanzliche Natur zuschreiben könnte. Die färbende
»Materie des Wassers ist thierischer Natur und nichts An-
»deres, als die Anhäufung einer unendlichen Anzahl sehr klei-
»ner leichtbeweglicher Thierchen.«

In einer höchst interessanten Abhandlung der Herren
August und Charles Morren (in den Schriften der Aka-
demie zu Brüssel 1841) zeigen sie, daß sich aus Wasser un-
ter Mitwirkung organischer Verhältnisse »Gas« entwickelt,
welches bis 61 p. c. Sauerstoff enthält, und sie schließen
ihre Abhandlung mit den Worten: »Aus dem Vorhergehen-
den ergibt sich mit Bestimmtheit, daß das Phänomen der
Sauerstoffentwicklung dem Chlamidomonas pulvisculus (Ch-
renberg) und einigen anderen noch niedriger stehenden grü-
nen Thierchen zugeschrieben werden muß.«

Der Autor benutzte die Gelegenheit, die ein sehr stark
grün, durch verschiedene Arten von Infusorien gefärbtes,
Wasser aus einem Brunnentroge seines Gartens darbot,
um sich von der Richtigkeit dieser seit so langem schon beob-
achteten merkwürdigen Thatsache zu überzeugen; dieses
Wasser durch ein feines Sieb von allen Pflanzentheilen be-
freit, in einem ganz damit angefüllten großen Becherglase,
dessen Oeffnung umgekehrt in einer Porzellanschale mit
demselben Wasser gesperrt war, überließ man im Freien ste-
hend mehrere Wochen lang der Einwirkung des Sonnenlichtes.

Während dieser Zeit nun sammelte sich unausgesetzt in dem obern Theile des Glases Gas an, was sich beständig vermehrte; nach 14 Tagen waren $\frac{1}{3}$ Wasser aus dem Glase verdrängt und in dem Gas, was seinen Platz angenommen hatte, entzündete sich ein glimmender Holzspan, es verhielt sich wie ein sehr reines Sauerstoffgas. Ausdrücklich muß hier hervorgehoben werden, daß in dem Wasser vor der Aussetzung an das Sonnenlicht, mit einem der besten Mikroskope von Plössl untersucht, keine Art von Conferenzfäden oder irgend einer Pflanzensubstanz wahrnehmbar war *).

Ohne einen Schluß irgend einer Art in Hinsicht auf die Ernährungsweise dieser Thiere zu wagen, bleibt unter allen Umständen gewiß, daß in einem Wasser, in welchem sich lebendige Infusorien unter der Einwirkung des Lichtes befinden, eine Quelle von Sauerstoffgas sich bildet; es bleibt gewiß, daß von dem Augenblicke an, wo diese Thiere in dem Wasser wahrgenommen werden, dieses Wasser aufhört, schädlich oder nachtheilig auf Pflanzen oder Thiere zu wirken, denn es ist unmöglich anzunehmen, daß sich reines Sauerstoffgas aus einem Wasser entwickeln kann, was noch irgend faulende oder verwesende Materien enthält, welche die Fähigkeit haben, sich mit diesem Sauerstoff zu verbinden. Es ist nun klar, daß wenn wir einem solchen Wasser irgend einen Pflanzen- oder Thierstoff in faulendem oder verwesendem Zustande zusetzen, so wird dieser Stoff neben der Sauerstoffquelle in unendlich viel kürzerer Zeit in die letzten Pro-

*) 100 Cubiczoll Wasser, mit Luft gesättigt, enthalten in der Form von Luft nach den Versuchen von Humboldt und Gay-Lussac, noch nicht über 1,6 C.-Zoll Sauerstoffgas.

ducte seiner Drydation aufgelöst werden, als wenn diese Infusorien darin fehlen. In diesen Thieren oder vielleicht nur in gewissen Klassen derselben, in dem reinen Sauerstoff, der in einer uns unbegreiflichen Weise ihr Erscheinen begleitet, erkennen wir demnach die wunderbarste und weiseste Ursache, welche in dem Wasser alle das Leben der höheren Thierklassen vernichtende Substanzen daraus entfernt und an ihrem Plage Nahrungsstoff für die Pflanzen (Kohlensäure) und das zur Respiration der Thiere unentbehrliche Sauerstoffgas schaffen. Sie können nicht die Ursachen der Fäulniß, der Erzeugung giftiger, auf das Pflanzen- und Thierleben wirkender Producte sein, sondern sie sind vorhanden, sie erscheinen um den Uebergang der Elemente faulender organischer Materien in die letzten Producte zu beschleunigen.

Unter den Pilzen und Schwämmen giebt es viele Arten, welche ohne alles Licht sich entwickeln, deren Zunahme an Masse, deren Leben, begleitet ist von allen Erscheinungen, welche das Thierleben charakterisiren, sie verderben die Luft, indem sie Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen; in chemischer Beziehung verhalten sie sich wie Thiere, denen die Bewegung mangelt. (Siehe Anhang zu Theil II.)

Im Gegensatz zu dieser Klasse von Wesen, welche kaum Pflanzen zu nennen sind, giebt es lebendige Geschöpfe mit Bewegung begabt und den Organen versehen, welche die Thiere charakterisiren, die sich im Lichte verhalten wie die grünen Pflanzen, welche, indem sie sich vergrößern und vermehren, Quellen schaffen von Sauerstoff, der durch sie überall hingelangt, wo sein Zutritt in der Form von Luft gehindert oder verschlossen ist.

Die Verwesung der Holzfaser.

Die Verwandlung der Holzfaser in die Materien, welche man Humus und Moder genannt hat, ist durch ihren Einfluß auf die Vegetation einer der merkwürdigsten Zersetzungsprocesse, welche in der Natur vor sich gehen.

Von einer andern Seite scheint die Verwesung nicht minder wichtig, insofern sie der große Naturproceß ist, in welchem die Vegetabilien den Sauerstoff an die Atmosphäre wieder zurückgeben, den sie im lebenden Zustande derselben entzogen haben.

Wir haben bei der Holzfaser drei in ihren Resultaten verschiedene Zersetzungsweisen in Betracht zu ziehen.

Die eine geht vor sich im befeuchteten Zustande, bei freiem und ungehindertem Zutritt der Luft, die zweite bei Abschluß der Luft, und die dritte, wenn die Holzfaser, mit Wasser bedeckt, sich in Berührung befindet mit faulenden organischen Stoffen.

In trockner Luft oder unter Wasser erhält sich die Holzfaser, wie man weiß, Jahrtausende ohne bedeutende Veränderung, aber sie kann im befeuchteten Zustande mit der Atmosphäre nicht in Berührung gebracht werden, ohne von dem Augenblick an eine Veränderung zu erleiden, sie verwandelt ohne Aenderung des Volumens den umgebenden Sauerstoff, wie schon erwähnt, in Kohlensäure, und geht nach und nach in eine gelbbraune, braune oder schwarze Materie von geringem Zusammenhang über.

In den Versuchen von de Saussure verwandelten 240 Th. trockne Eichenspäne 10 Cubiczoll Sauerstoff in eben so viel kohlensaures Gas, welches 3 Gewichtstheile Kohlenstoff enthält; das Gewicht der Späne fand sich aber um 15 Th. vermindert. Es hatten sich demnach hierbei noch 12 Gewichtstheile Wasser von den Elementen des Holzes getrennt.

Kohlensäure, Wasser und Moder oder Humus sind mithin die Producte der Verwesung des Holzes.

Wir haben angenommen, daß das Wasser aus dem Wasserstoff des Holzes entsteht, der sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre verbindet, und daß in dem Acte dieser Drydation Kohlenstoff und Sauerstoff in der Form von Kohlensäure sich von den Elementen des Holzes trennen.

Es ist schon früher erwähnt worden, daß die reine Holzfaser Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthält. Der Humus entsteht aber nicht durch Verwesung der Holzfaser allein, sondern auch durch Verwesung des Holzes, was außer der reinen Holzfaser noch fremde, lösliche und unlösliche organische Stoffe enthält.

Das relative Verhältniß der Elemente des Eichenholzes ist deshalb ein anderes als beim Buchenholz, und beide sind wieder in ihrer Zusammensetzung verschieden von der reinen Holzfaser, die sich in allen Vegetabilien gleichbleibt. Die Unterschiede sind nichts desto weniger so unbedeutend, daß sie in den Fragen, die wir einer Discussion unterwerfen, unbeachtet bleiben können, um so mehr, da der Gehalt an diesen Materien je nach der Jahreszeit wechselt.

Nach den mit Sorgfalt von Gay-Lussac und Thénard ausgeführten Analysen des bei 100° getrockneten und mit Wasser und Weingeist von allen darin löslichen Theilen

befreiten Eichenholzes enthielt dasselbe 52,53 Kohlenstoff und 47,47 Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniß wie im Wasser.

Es ist nun früher erwähnt worden, daß sich das feuchte Holz im Sauerstoff gerade so verhält, wie wenn sich sein Kohlenstoff direct mit dem Sauerstoff verbunden hätte, es entsteht nämlich gasförmige Kohlen Säure und Humus.

Wenn die Wirkung des Sauerstoffs sich ausschließlich auf den Kohlenstoff des Holzes erstreckt haben würde, wäre weiter nichts als Kohlenstoff von den Bestandtheilen des Holzes hinweggenommen worden, so müßte man die übrigen Elemente unverändert, aber mit weniger Kohlenstoff verbunden, in dem Humus wiederfinden. Das Endresultat dieser Einwirkung würde demnach ein gänzlichcs Verschwinden des Kohlenstoffs sein, es würden zuletzt nur die Elemente des Wassers übrig bleiben.

Wenn wir aber das verwesende Holz in den verschiedenen Stadien seiner Verwesung einer Untersuchung unterwerfen, so gelangen wir zu dem merkwürdigen Resultat, daß der Kohlenstoff des rückständigen festen Products beständig zunimmt, daß also, abgesehen von der Kohlen Säurebildung durch den Einfluß der Luft, die Veränderung des Holzes in Humus als eine Trennung der Bestandtheile des Wassers von dem Kohlenstoff sich darstellt.

Die Analyse lieferte nämlich von vermodertem Eichenholze, was aus dem Innern eines hohlen Eichstammes genommen worden war, eine chokoladebraune Farbe besaß, und noch vollkommen die Structur des Holzes zeigte, in 100 Theilen 53,36 Kohlenstoff und 46,44 Wasserstoff und Sauerstoff, in dem Verhältniß, wie im Wasser. Eine andere Probe von einer andern Eiche, von lichtbrauner Farbe,

leicht zerreiblich zu feinem Pulver, gab 56,211 Kohlenstoff und 43,789 Wasser.

Aus diesen unverwerflichen Thatsachen ergab sich bis zur Evidenz die Gleichheit der Verwesung des Holzes mit allen anderen langsamen Verbrennungen wasserstoffreicher Materien. Wie sonderbar würde in der That diese Verbrennung sich darstellen, wenn der Kohlenstoff des Holzes direct sich mit dem Sauerstoff verbände, eine Verbrennung, wo der Kohlengehalt des verbrennenden Körpers, anstatt abzunehmen, sich beständig vergrößert. Es ist offenbar der Wasserstoff, der auf Kosten des Sauerstoffs der Luft oxydirt wird, die Kohlenensäure stammt von den Elementen des Holzes; nie, unter keinerlei Bedingungen vereinigt sich bei gewöhnlicher Temperatur der Kohlenstoff direct mit dem Sauerstoff zu Kohlenensäure.

In welchem Stadium der Verwesung das Holz sich auch befinden mag, stets müssen darin die Elemente ausdrückbar sein durch die Aequivalentenzahlen.

Die folgenden Formeln drücken diese Verhältnisse mit großer Schärfe aus:

$C_{36}H_{44}O_{22}$ Eichenholz, nach Gay-Lussac und Thénard *),

$C_{35}H_{40}O_{20}$ Humus von Eichenholz (Meyer **),

$C_{34}H_{36}O_{18}$ " " " (Dr. Will ***).

Man beobachtet leicht, daß für je 2 Aequivalente Wasserstoff, der sich oxydirt, 2 Atome Sauerstoff und 1 Aequivalent Kohlenstoff von den übrigen Elementen abgetrennt werden.

*) Die Rechnung giebt 52,5 Kohlenstoff und 47,5 Wasser.

***) Die Rechnung giebt 54 Kohlenstoff und 46 Wasser.

***) Die Rechnung giebt 56 Kohlenstoff und 44 Wasser.

Unter den gewöhnlichen Bedingungen bedarf die Pflanzenfaser zu ihrer Verwesung einer sehr langen Zeit; sie wird, wie sich von selbst versteht, ausnehmend beschleunigt durch erhöhte Temperatur und ungehinderten, freien Zutritt der Luft, sie wird aufgehalten und verlangsamt durch Abwesenheit von Feuchtigkeit und durch Umgebung mit einer Atmosphäre von Kohlensäure, durch welche letztere der Zutritt des Sauerstoffs zu der verwesenden Materie abgeschlossen wird.

Schweflige Säure, alle antiseptischen Materien halten die Verwesung der Pflanzenfaser auf; man hat bekanntlich Quecksilbersublimat, welcher die Fähigkeit zu faulen, gähren und verwesen aller, auch der am leichtesten veränderlichen vegetabilischen und thierischen Stoffe gänzlich vernichtet, als das kräftigste Mittel in Anwendung gebracht, um das Holz, was zum Schiffbau dient und dem abwechselnden Zutritt von Feuchtigkeit und Luft ausgesetzt ist, vollkommen vor der Verwesung zu schützen.

Auf der andern Seite wird durch die Berührung mit Alkalien und alkalischen Erden, welche die Absorption des Sauerstoffs selbst in denjenigen Substanzen zu erwirken vermögen, denen an und für sich diese Fähigkeit abgeht, wie beim Alkohol (S. 385), der Gallussäure, dem Gerbstoff; den vegetabilischen Farbstoffen (S. 381), die Verwesung der vegetabilischen Materien im Allgemeinen ausnehmend befördert. Durch die Gegenwart von Säuren wird sie im Gegentheil aufgehalten und verlangsamt.

In schwerem Lehmboden hält sich die eine Bedingung zur Verwesung der darin enthaltenen vegetabilischen Stoffe, die Feuchtigkeit nämlich, am längsten, allein ein fester Zusammenhang hindert die häufige Berührung mit der Luft.

In feuchtem Sandboden und namentlich in einem aus

kohlensaurem Kalk und Sand gemengten Boden geht durch die Berührung mit dem schwach alkalischen Kalk die Verwesung am schnellsten von Statten.

Betrachten wir nun die Verwesung der Holzfaser in einer unendlich langen Zeit, indem wir die Bedingung ihrer Veränderung, nämlich die fortschreitende Hinwegnahme ihres Wasserstoffs in der Form von Wasser, und die Trennung ihres Sauerstoffs in der Form von Kohlensäure festhalten, so ist klar, daß wenn wir von der Formel $C_{36} H_{44} O_{22}$ die 22 Aeq. Sauerstoff mit 11 Aeq. Kohlenstoff abziehen und die 22 Aeq. Wasserstoff ($H_2 = 1$ Aeq.) uns durch den Sauerstoff der Luft oxydirt und in der Form von Wasser abgeschieden denken, daß von 1 Mt. Eichenholz zuletzt 25 Mt. Kohlenstoff in reinem Zustande übrig bleiben werden, d. h. von 100 Th. Eichenholz, welche 52,5 Kohlenstoff enthalten, werden 36,5 Th. Kohle übrig bleiben, welche als reiner Kohlenstoff, dem die Fähigkeit, bei gewöhnlicher Temperatur sich zu oxydiren, gänzlich abgeht, sich unverändert erhalten werden.

Zu diesem Endresultat gelangen wir bei der Verwesung des Holzes unter den gewöhnlichen Bedingungen nicht, und zwar deshalb nicht, weil mit der Zunahme des Kohlenstoffs in dem rückständigen Humus, mit seiner Masse also, wie bei allen Zersetzungen dieser Art, die Größe seiner Anziehung zu dem Wasserstoff, der noch in Verbindung bleibt, wächst, bis zuletzt die Verwandtschaft des Sauerstoffs zu diesem Wasserstoff und die des Kohlenstoffs zu demselben Körper sich gegenseitig im Gleichgewicht halten.

Wir finden aber in demselben Grade, als seine Verwesung vorgeschritten ist, eine Abnahme der Fähigkeit, mit Flamme zu verbrennen, d. h. bei seinem Erhitzen gasförmige

Kohlenwasserstoffverbindungen zu bilden; das verfaulte Holz verbrennt beim Anzünden ohne Flamme, es verglimmt nur, und hieraus kann kein anderer Schluß gezogen werden, als der, daß der Wasserstoff, den die Analyse nachweist, nicht mehr in der Form darin enthalten ist, wie im Holz.

In dem verfaulten Eichenholze finden wir mehr Kohlenstoff; wir finden ferner Wasserstoff und Sauerstoff in dem nämlichen Verhältniß wie im frischen Holz.

Der Natur der Sache nach sollte es mit der Zunahme an Kohlenstoff eine leuchtendere, kohlenreichere Flamme bilden, es verbrennt im Gegentheil, wie feinzerteilte Kohle, wie wenn kein Wasserstoff darin vorhanden wäre. Im gewöhnlichen Leben, wo die Anwendung des Holzes als Brennmaterial auf seiner Fähigkeit beruht, mit Flamme zu brennen, hat deshalb das verfaulte oder kranke Holz einen weit geringern Handelswerth. Wir können uns diesen Wasserstoff in keiner andern Form, als in der des Wassers denken, weil sie allein genügende Rechenchaft über dieses Verhalten giebt.

Denken wir uns die Verwesung in einer Flüssigkeit vor sich gehen, welche reich ist an Kohlenstoff und Wasserstoff, so wird, ähnlich wie bei der Erzeugung der kohlenreichsten, krystallinischen Substanz, des farblosen Naphthalins aus gasförmigen Kohlenwasserstoffverbindungen, eine an Kohlenstoff stets reichere Verbindung gebildet werden, aus der sich zuletzt als Endresultat ihrer Verwesung Kohlenstoff in Substanz und zwar krystallinisch abscheiden muß.

Die Wissenschaft bietet in allen Erfahrungen, die man kennt, außer dem Prozesse der Verwesung, keine Analogien für die Bildung und Entstehung des Diamants dar. Man weiß gewiß, daß er seine Entstehung nicht dem Feuer ver-

dankt, denn hohe Temperatur und Gegenwart von Sauerstoff sind mit seiner Verbrennlichkeit nicht vereinbar; man hat im Gegentheil überzeugende Gründe, daß er auf nassem Wege, daß er in einer Flüssigkeit sich gebildet hat, und der Verwesungsproceß allein giebt eine bis zu einem gewissen Grade befriedigende Vorstellung über seine Entstehungsweise.

So sind der Bernstein, die fossilen Harze und die Säure in dem Honigstein die Begleiter von Vegetabilien, welche den Verwesungsproceß erlitten haben; sie finden sich in Braunkohlen, und sind offenbar durch einen ähnlichen Zersetzungsproceß aus Substanzen entstanden, die in einer ganz andern Form in den lebenden Pflanzen enthalten waren, sie zeichnen sich alle durch einen verhältnißmäßig geringen Wasserstoffgehalt aus, und von der Honigsteinsäure weiß man, daß sie das nämliche Verhältniß im Kohlenstoff und Sauerstoffgehalt enthält, wie die Bernsteinsäure*), und daß die letztere sich nur durch ihren Wasserstoffgehalt davon unterscheidet.

*) Aus Wachs und allen festen Fetten läßt sich durch einen Drydationsproceß Bernsteinsäure hervorbringen.

D a m m e r d e .

Unter Dammerde (torreau) versteht man ein Gemenge von verwitterten Mineralsubstanzen mit Ueberresten vegetabilischer und Thierstoffe; ihrer ganzen Beschaffenheit nach läßt sie sich als Erde betrachten, in welcher sich Humus im Zustande der Zersetzung befindet. Ihre Wirkungsweise auf die Luft ist durch die Versuche von Ingenhouß und de Saussure aufs klarste ermittelt worden.

In einem mit Luft gefüllten Gefäße, in befeuchtetem Zustande entzieht sie derselben, mit noch größerer Schnelligkeit als das faule Holz, allen Sauerstoff und ersetzt ihn durch ein gleiches Volumen Kohlenensäure. Wird die Kohlenensäure hinweggenommen und die Luft erneuert, so wiederholt sich diese Umwandlung.

Kaltes Wasser löst aus der Dammerde nahe $\frac{1}{10000}$ ihres Gewichts auf; diese Auflösung ist farblos und klar, und giebt abgedampft einen Rückstand, welcher Kochsalz, Spuren von schwefelsaurem Kalk und Kali enthält und sich beim Glühen vorübergehend schwärzt. Kochendes Wasser färbt sich mit Dammerde gelb oder gelbbraun; diese Auflösung entfärbt sich an der Luft unter Absorption von Sauerstoff, unter Bildung eines schwarzen leichten Bodensazes; im gefärbten Zustande abgedampft giebt sie einen Rückstand, der sich beim Glühen schwärzt und eine Masse hinterläßt, aus der durch Wasser kohlensaures Kali ausgezogen wird.

Behandelt man die Dammerde mit einer Auflösung von Kali, so erhält man eine schwarzgefärbte Flüssigkeit, welche mit Essigsäure ohne Trübung vermischt werden kann. Verdünnte Schwefelsäure schlägt daraus leichte braunschwarze Flocken nieder, die sich durch Waschen mit Wasser nur schwierig von aller freien Säure befreien lassen. Wenn man den gewaschenen Niederschlag feucht unter eine Glocke mit Sauerstoffgas bringt, so wird dasselbe rasch eingesaugt; bei dem Trocknen an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur geschieht dies ebenfalls; mit der Entfernung aller Feuchtigkeit verliert sie die Fähigkeit, sich im Wasser zu lösen auf's vollständigste, selbst Alkalien lösen daraus nur noch Spuren auf.

Es ist hiernach klar, daß das siedende Wasser aus der Dammerde eine Materie auszieht, deren Löslichkeit durch die Gegenwart der in den Pflanzenüberresten enthaltenen alkalischen Salze vermittelt wurde. Diese Substanz enthält eine gewisse Menge Ammoniak in chemischer Verbindung, ist ein Product der unvollkommenen Verwesung der Holzfaser; es steht in seiner Zusammensetzung zwischen der Holzfaser und dem eigentlichen Humus, und verwandelt sich in den letztern durch Aussetzung im feuchten Zustande an die Luft.

Vermoderung.

Papier, Braunkohle und Steinkohle.

Unter Vermoderung begreift man eine Zersetzung des Holzes, der Holzfaser und aller vegetabilischen Körper bei Gegenwart von Wasser und gehindertem Zutritt der Luft.

Die Braunkohle und Steinkohle sind Ueberreste von Vegetabilien der Vorwelt; ihre Beschaffenheit zeigt, daß sie Producte der Zersetzungsprocesse sind, die man mit Fäulniß und Verwesung bezeichnet. Es ist leicht, durch die Analyse derselben die Art und Weise festzustellen, in welcher sich die Bestandtheile geändert haben, in der Voraussetzung, daß ihre Hauptmasse aus Holzfaser entstanden ist.

Um sich eine bestimmte Vorstellung über die Entstehung der Braunkohle und Steinkohle zu verschaffen, ist es nöthig, eine eigenthümliche Veränderung zu betrachten, welche die Holzfaser bei Gegenwart von Feuchtigkeit und dem völligen Abschluß, oder bei gehindertem Zutritt der Luft erfährt.

Es ist bekannt, daß reine Holzfaser, Leinwand z. B., mit Wasser zusammengestellt, sich unter beträchtlicher Wärmeentwicklung zu einer weichen zerreiblichen Masse zersetzt, welche ihren Zusammenhang zum größten Theil verloren hat; es ist dies die Substanz, woraus man, vor der Anwendung des Chlors, Papier bereitet. Auf Haufen geschichtet, bemerkt man während der Erhizung eine Gasentwicklung, und die

Lumpen erleiden hierbei einen Gewichtsverlust, welcher auf 18—25 p. c. steigt.

Ueberläßt man befeuchtete Holzspäne sich selbst in einem verschlossenen Gefäße, so entwickeln sie, wie bei Luftzutritt, kohlensaures Gas; es tritt eine wahre Fäulniß ein; das Holz nimmt eine weiße Farbe an; es verliert seinen Zusammenhang und wird zu einer morschen zerreiblichen Materie.

Das weiße faule Holz, was man in dem Innern von abgestorbenen Holzstämmen findet, die mit Wasser in Berührung waren, verdankt der nämlichen Zersetzung seine Entstehung.

Eine Probe eines weißen faulen Holzes aus dem Innern eines Eichstammes gab durch die Analyse bei 100° getrocknet:

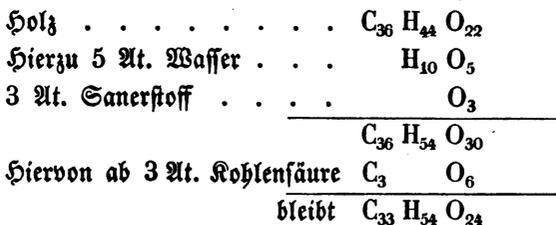
Kohlenstoff	47,11	. . . .	48,14
Wasserstoff	6,31	. . . .	6,06
Sauerstoff	45,31	. . . .	44,43
Asche	1,27	. . . .	1,37
	100,00	. . . .	100,00

Wenn man diese Zahlen, in Proportionen ausgedrückt, mit der Zusammensetzung des Eichenholzes nach der Analyse von Gay-Lussac und Thénard vergleicht, so sieht man sogleich, daß eine gewisse Quantität Kohlenstoff sich von den Bestandtheilen des Holzes getrennt, während der Wasserstoffgehalt sich vergrößert hat. Diese Zahlen entsprechen sehr nahe der Formel $C_{33} H_{54} O_{24}$. (Sie giebt 47,9 Kohlenstoff, 6,4 Wasserstoff und 45,6 Sauerstoff.)

Mit einer gewissen Quantität Sauerstoff aus der Luft sind offenbar die Bestandtheile des Wassers in die Zusammensetzung des Holzes aufgenommen worden, während sich davon die Elemente der Kohlenensäure getrennt haben.

Fügt man der Zusammensetzung der Holzfaser des Eichenholzes die Elemente zu von 5 At. Wasser und 2 At. Sauer-

stoff, und zieht davon 3 At. Kohlen säure ab, so hat man genau die Formel für das weiße vermoderte Holz.



Der Proceß der Vermoderung ist demnach eine gleichzeitig eintretende Fäulniß und Verwesung, in welcher der Sauerstoff der Luft und die Bestandtheile des Wassers Antheil nehmen. Je nachdem der Zutritt des Sauerstoffs mehr oder weniger gehindert wird, muß sich die Zusammensetzung des weißen Moders ändern. Weißes vermodertes Buchenholz gab in der Analyse 47,67 Kohlenstoff, 5,67 Wasserstoff und 46,68 Sauerstoff, entsprechend der Formel $C_{33} H_{50} O_{24}$.

Die Zersetzung des Holzes nimmt also zweierlei Formen an, je nachdem der Zutritt der Luft ungehindert oder gehemmt einwirkt, in beiden Fällen erzeugt sich Kohlen säure; im letztern Falle tritt eine gewisse Menge Wasser in chemische Verbindung.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß bei diesem Fäulnißproceß, wie bei allen anderen, der Sauerstoff des Wassers Antheil genommen hat an der Bildung der Kohlen säure.

Die Braunkohle muß auf ähnliche Weise durch einen der Vermoderung ähnlichen Zersetzungsproceß entstanden sein; es ist aber nicht leicht, eine Braunkohle zu finden, die sich zu einer Analyse eignet; sie sind meistens mit resinösen oder erdigen Materien durchdrungen, durch welche die Zusammensetzung der Theile, die von der Holzfaser stammen, wesentlich geändert wird. Unter allen Braunkohlenarten sind die,

welche in der Wetterau in zahlreich verbreiteten Lagern vorkommen, durch unveränderte Holzstructur und durch Mangel an Bitumen ausgezeichnet; zu der folgenden Analyse wurde ein Stück gewählt, in dem man die Jahrringe noch zählen konnte; sie wird in der Nähe von Laubach gewonnen; von diesem Stück enthielten 100 Theile

Kohlenstoff	57,28
Wasserstoff	6,03
Sauerstoff	36,10
Asche	0,59
	100,00

Von vorn herein fällt bei dieser Braunkohle der größere Gehalt von Kohlenstoff, bei dem bei weitem geringern an Sauerstoff, in die Augen; es ist klar, daß von dem Holz, aus dem sie entstanden ist, eine gewisse Menge Sauerstoff sich getrennt hat. In Verhältniszahlen wird diese Analyse genau durch die Formel $C_{33} H_{42} O_{16}$ ausgedrückt. (Sie giebt 57,5 Kohlenstoff und 5,98 Wasserstoff.)

Verglichen mit der Analyse des Eichenholzes, ist die Braunkohle aus Holzfaser entstanden, von der sich 1 Aeq. Wasserstoff und die Elemente von 3 Atomen Kohlenensäure getrennt haben.



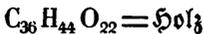
Alle Braunkohlen, von welcher Lagerstätte sie aufgenommen werden mögen, enthalten mehr Wasserstoff, als das Holz; sie enthalten weniger Sauerstoff, als nöthig ist, um mit diesem Wasserstoff Wasser zu bilden; alle sind demnach durch einerlei Zersetzungsproceß entstanden. Der Wasserstoff des

Holz es blieb entweder unverändert in demselben oder es ist Wasserstoff von außen hinzugetreten.

Die Analyse einer Braunkohle, welche in der Nähe von Cassel bei Ringkuhl vorkommt, und in der nur selten Stücke mit Holzstruktur sich finden, gab bei 100° getrocknet:

Kohlenstoff	62,60	63,83
Wasserstoff	5,02	4,80
Sauerstoff	26,52	25,51
Asche	5,86	5,86
	100,00	100,00

Die obigen Verhältnisse an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff lassen sich sehr nahe durch die Formel $C_{32}H_{30}O_9$ ausdrücken, oder durch die Bestandtheile des Holzes, von dem sich die Elemente von Kohlensäure, Wasser und 2 Aeq. Wasserstoff getrennt haben.



Hiervon ab $C_4H_{14}O_{13} = 4 \text{ At. Kohlensäure} + 5 \text{ At. Wasser} + 4 \text{ At. Wasserstoff.}$



Die Bildung beider Braunkohlen ist, wie diese Formeln ergeben, unter Umständen vor sich gegangen, wo die Einwirkung der Luft, durch welche eine gewisse Menge Wasserstoff oxydirt und hinweggenommen wurde, nicht ganz ausgeschlossen war; in der That findet sich die Laubacher Kohle durch ein Basaltlager, durch das sie bedeckt wird, in höchst unvollkommener Berührung mit der Luft; die Kohle von Ringkuhl war von der untersten Schicht des Kohlenlagers genommen, welches eine Mächtigkeit von 90 — 120 Fuß besitzt.

Bei der Entstehung der Braunkohle haben sich demnach entweder die Elemente der Kohlensäure allein, oder gleichzeitig mit einer gewissen Menge Wasser von den Bestand-

theilen des Holzes getrennt; es ist möglich, daß die höhere Temperatur und der Druck, unter welchen die Zersetzung vor sich ging, die Verschiedenheit der Zersetzungsweise bedingten, wenigstens gab ein Stück Holz, welches ganz die Beschaffenheit und das Aussehen der Laubacher Braunkohle besaß, und in diesen Zustand durch mehrwöchentliches Verweilen in dem Kessel einer Dampfmaschine zersetzt worden war (in der Maschinenfabrik des Herrn Oberbergraths Henschel in Cassel) eine ganz ähnliche Zusammensetzung.

Die Veränderung ging in Wasser vor sich, was eine Temperatur von 150 — 160° besaß, und einem entsprechenden Druck ausgesetzt war, und diesem Umstande ist unstreitig auch die höchst geringe Menge Asche zuzuschreiben, die dieses Holz nach dem Verbrennen hinterließ; sie betrug 0,51 p. c., also noch etwas weniger als die der Laubacher Braunkohle. Die von Berthier untersuchten Pflanzen hinterlassen ohne Ausnahme eine bei weitem größere Quantität.

Die eigenthümliche Zersetzungsweise der vorweltlichen Vegetabilien, d. h. eine fortschreitende Trennung von Kohlensäure, scheint noch jetzt in großen Tiefen in allen Braunkohlenlagern fortzudauern; es ist zum wenigsten höchst bemerkenswerth, daß vom Meißner in Kurheffen an bis zur Eifel hin, wo diese Lager sehr häufig sind, an eben so vielen Orten Säuerlinge zu Tage kommen. Diese Mineralquellen bilden sich auf dem Plage selbst, wo sie vorkommen, aus süßem Wasser, was aus der Tiefe kommt, und aus Kohlensäuregas, was gewöhnlich von der Seite zuströmt.

In der Nähe der Braunkohlenlager von Salzhausen befand sich vor einigen Jahren ein vortrefflicher Säuerling, welcher von der ganzen Umgegend in Gebrauch genommen war; man beging den Fehler, diese Quelle in Sandstein zu fassen,

mit dem die Seitenöffnungen, aus welchen das Gas strömte, zugemauert wurden. Von diesem Augenblicke an hatte man süßes Quellwasser.

In einer geringen Entfernung von den Braunkohlenlagern von Dorheim entspringt die an Kohlensäure überaus reiche Schwalheimer Mineralquelle, bei welcher Herr Salinendirector Wilhelmi längst beim Austräumen die Beobachtung gemacht hat, daß sie sich auf dem Plage selbst aus süßem Wasser, was von unten, und kohlensaurem Gas, was von der Seite kommt, bildet. Die nämliche Erfahrung wurde von Herrn Oberberggrath Schapper bei dem berühmten Fachinger Brunnen gemacht.

Das kohlen saure Gas von den Kohlensäurequellen in der Eifel ist nach Bischoff nur selten gemengt mit Stickgas und Sauerstoffgas; es ist höchst wahrscheinlich, daß es seinen Ursprung einer ähnlichen Ursache verdankt; die Luft scheint wenigstens nicht den geringsten Antheil an der Bildung derselben in den eigentlichen Säuerlingen zu nehmen; sie kann in der That weder durch eine Verbrennung in niederer, noch in höherer Temperatur gebildet worden sein; denn in diesem Fall würde das kohlen saure Gas auch bei der vollkommensten Verbrennung mit $\frac{1}{2}$ Stickgas gemengt sein, allein es enthält keine Spur Stickgas. Die Blasen, welche unabsorbirt durch das Wasser der Mineralquellen in die Höhe steigen, werden bis auf einen unmeßbaren Rückstand von Kalilauge aufgenommen.

Die Dorheimer und Salzhäuser Braunkohlen sind offenbar durch eine ähnliche Ursache entstanden, wie die Laubacher, die in der Nähe vorkommen, und da diese genau die Elemente der Holzfaser, minus einer gewissen Quantität Kohlensäure enthalten, so scheint sich aus dieser Zusammensetzung von selbst eine Erklärung zu ergeben.

Daß übrigens die Luft in den oberen Lagern der Braunkohlenschichten unaufhörlich eine fortschreitende Veränderung, nämlich eine Verwesung bewirkt, durch welche ihr Wasserstoff wie beim Holze hinweggenommen wird, giebt das Verhalten derselben beim Verbrennen und die fortschreitende Bildung von Kohlenensäure in den Gruben zu erkennen.

Die Gase, welche die Arbeit in Braunkohlenwerken gefährlich machen, sind nicht wie in anderen Gruben entzündlich und brennbar, sondern sie bestehen gewöhnlich aus kohlenurem Gas, was nur selten eine Beimischung von brennbarem Gas enthält.

Die Braunkohlen aus der mittlern Schicht des Lagers bei Ringkuhl geben in der Analyse 65,40—64,01 Kohlenstoff auf 3,75—4,76 *) Wasserstoff, also auf dasselbe Verhältniß von Kohlenstoff bei weitem weniger Wasserstoff, als die aus größerer Tiefe genommenen.

Die Braunkohlen und Steinkohlen sind begleitet von Schwefelkies oder Schwefelzink, die sich aus schwefelsauren Salzen bei Gegenwart von Eisen und Zink bei allen Fäulnißprocessen vegetabilischer Stoffe noch heute bilden; es ist denkbar, daß der Sauerstoff der schwefelsauren Salze in dem Innern der Braunkohlenlager es ist, durch welchen die Hinzunahme des Wasserstoffs, den sie weniger als das Holz enthalten, bewirkt wird.

Nach den Analysen von Richardson und Regnault wird die Zusammensetzung der brennbaren Materien der Splintkohle von Newcastle und der Cannelkohle von Lancashire

*) Die angeführten Analysen der Ringkuhler Braunkohle sind von Herrn Kühnert aus Cassel, sowie alle in diesem Werke überhaupt erwähnten in dem hiesigen Laboratorium ausgeführt worden.

durch die Formel $C_{24} H_{26} O$ ausgedrückt. Verglichen mit der Zusammensetzung der Holzfaser ist sie daraus entstanden, indem sich von ihren Elementen, in der Form von brennbaren Deleu, Sumpfgas und kohlenfaurem Gas, gewisse Quantitäten getrennt haben; nehmen wir von der Zusammensetzung der Holzfaser 3 At. Sumpfgas, 3 At. Wasser und 9 At. Kohlenfaure hinweg, so haben wir die Zusammensetzung der beiden Steinkohlenarten

	$C^{36} H^{44} O^{22}$ Holz, hiervon abgezogen,
3 At. Sumpfgas $C_3 H_{12}$	
3 At. Wasser $H_6 O_3$	
9 At. Kohlenfaure $C_9 O_{18}$	$C_{12} H_{18} O_{21}$
Steinkohle	$C_{24} H_{26} O$

Das Sumpfgas ist der gewöhnliche Begleiter aller Steinkohlen, andere enthalten durch Destillation mit Wasser abscheidbare flüchtige Dele (Reichenbach). Das Steinöl mag in den meisten Fällen einem ähnlichen Zerfetzungsproceffe seinen Ursprung verdanken.

Die Backkohle von Caresfield bei Newcastle enthält die Elemente der Cannelkohle, von denen sich die Bestandtheile des ölbildenden Gases $C_4 H_8$ getrennt haben.

Die brennbaren entzündlichen Gase, welche aus den Spalten in Steinkohlenlagern oder den Gebirgsarten strömen, in denen Steinkohlen sich vorfinden, enthalten nach einer zuverlässigen Untersuchung von Bischoff ohne Ausnahme kohlenfaures Gas, ferner Sumpfgas, ölbildendes Gas, was vor Bischoff nicht beobachtet worden ist, und Stiafgas. Nach der Absorption der Kohlenfaure durch Kali gab das Grubengas:

	aus einem verlas- senen Stollen bei Wallewei- ler. Vol.	aus dem Ger- hardsstollen bei Louisen- thal. Vol.	aus einer Grube im Schaumbur- gischen bei Liek- wege. Vol.
Leichtes Kohlenwasser- stoffgas . . .	91,36	83,08	89,10
Delbildendes Gas .	6,32	1,98	6,11
Stickgas	2,32	14,94	4,79
	100,00	100,00	100,00

Die Entwicklung dieser Gase beweist auf eine unzwei-
deutige Weise, daß auch in den Steinkohlenlagern unaufhör-
lich fortschreitende Veränderungen vor sich gehen.

In den Braunkohlenlagern beobachten wir eine fortschrei-
tende Trennung von Sauerstoff in der Form von Kohlen-
säure, in Folge welcher das Holz nach und nach der Zusam-
mensetzung der Steinkohle sich nähern muß; in den Stein-
kohlenlagern trennt sich von den Bestandtheilen der Kohle
Wasserstoff in der Form von Kohlenwasserstoffverbindungen;
eine völlige Abscheidung von Wasserstoff würde die Kohle in
Anthracit überführen.

Die Formel $C_{36}H_{44}O_{22}$, welche für das Holz angegeben
ist, ist als der empirische Ausdruck der Analyse gewählt wor-
den, um alle Metamorphosen, welcher die Holzfaser fähig
ist, unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkte betrachten
zu können.

Wenn nun auch die Richtigkeit der Formel als theoretischer
Ausdruck bis zu dem Zeitpunkte in Zweifel gestellt werden
muß, wo wir die Constitution der Holzfaser mit Sicherheit
kennen, so kann dies nicht den geringsten Einfluß auf die Be-
trachtungen haben, zu denen wir in Beziehung auf die Ver-
änderungen gelangt sind, welche die Holzfaser nothwendig

erlitten haben muß, um in Braun- oder Steinkohle überzugehen. Der theoretische Ausdruck bezieht sich auf die Summe, der empirische auf das relative Verhältniß allein, in welchem die Elemente zu Holzfaser zusammengetreten sind. Welche Form dem erstern auch gegeben werden mag, der empirische Ausdruck bleibt damit ungeändert.

Gift, Contagien, Miasmen.

Eine große Anzahl chemischer Verbindungen, sowohl anorganischer, als solcher, die in Thieren und Pflanzen gebildet werden, bringen in dem lebenden thierischen Organismus eigenthümliche Veränderungen, Krankheitsprocesse hervor; die Lebensfunctionen einzelner Organe werden gestört, und bei einer gewissen Steigerung derselben erfolgt der Tod.

Die Wirkung anorganischer Verbindungen, von Säuren, Alkalien, Metalloxyden und Salzen, ist in den meisten Fällen leicht erklärbar, sie wirken entweder den Zusammenhang einzelner Organe aufhebend, oder sie gehen Verbindungen damit ein.

Die Wirkung der Substanzen, welche den Organismus zerstören, von concentrirter Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, Kalihydrat u. läßt sich mit der eines Stückes Eisen vergleichen, mit welchem, wenn es in den Zustand des Glühens oder in den eines scharf geschliffenen Messers ver-

setzt wird, durch Verletzung gewisser Organe der Tod herbeigeführt werden kann; sie lassen sich im engern Sinne nicht als Gift betrachten, da ihre giftige Wirkung von ihrem Zustande abhängig ist.

Die Wirkung der eigentlichen anorganischen Gifte beruht in den meisten Fällen auf der Bildung einer chemischen Verbindung des Giftes mit den Bestandtheilen der Organe, sie beruht auf einer chemischen Verwandtschaftsäußerung, welche stärker ist, als die Lebensthätigkeit.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anschauung zu gelangen, die Wirkung von anorganischen Substanzen überhaupt, so finden wir, daß eine gewisse Klasse von löslichen Verbindungen, verschiedenen Theilen des Körpers dargeboten, in das Blut aufgenommen werden, aus welchem sie wieder durch die Secretionsorgane verändert oder unverändert abgeführt werden.

Jodkalium, Schwefelcyankalium, Blutlaugensalz, Salpeter, chlorsaures Kali, kiesel-saures Kali und im Allgemeinen Salze mit alkalischer Basis, welche Menschen und Thieren in verdünnten Lösungen innerlich oder äußerlich gegeben werden, lassen sich im Blute, Schweiß, im Chylus, in der Galle, in den Milzvenen unverändert nachweisen, ohne Ausnahme werden sie zuletzt durch die Harnwege aus dem Körper wieder entfernt.

Diese Materien bringen, jedes für sich, eine besondere Art von Störung in dem Organismus hervor, sie üben eine medicinische Wirkung aus, allein sie haben in ihrem Wege durch den Organismus keine Zersetzung erlitten, und wenn sie die Fähigkeit hatten, eine Verbindung in irgend einem Theile des Körpers einzugehen, so war diese nicht fester Art, denn ihr Wiedererscheinen in dem Harn setzt voraus, daß

diese Verbindung durch die Lebensthätigkeit wieder aufgehoben werden konnte. Neutrale citronensaure, weinsaure und essigsaure Alkalien werden bei ihrem Wege durch den Organismus verändert, ihre Basen lassen sich zwar in dem Harn nachweisen, allein die Säuren sind völlig verschwunden; an ihrer Stelle finden sich die Basen mit Kohlensäure vereinigt (Gilbert, Blane, Wöhler).

Die Verwandlung der genannten pflanzenfauren Alkalien in kohlensaure Salze setzt voraus, daß zu ihren Elementen Sauerstoff in bedeutender Menge hinzugetreten ist, denn um z. B. 1 Aeq. essigsaures Kali in kohlensaures zu verwandeln, müssen 8 Aeq. Sauerstoff hinzugeführt werden, von denen 2 oder 4 Aeq. (je nachdem sich neutrales oder saures Salz gebildet hat) in der Verbindung mit dem Alkali bleiben, während die anderen 6 oder 4 Aequivalente als freie Kohlensäure austreten.

Wir bemerken nun in dem lebenden Körper, dem man Salze dieser Art mitgetheilt hat, kein Zeichen, daß einer seiner Bestandtheile eine so große Quantität Sauerstoff, als zu ihrer Umwandlung nöthig ist, abgegeben hat, und es bleibt nichts übrig, als diese Drydation dem Sauerstoff der Luft zuzuschreiben.

Während ihres Weges durch die Lunge nehmen die Säuren dieser Salze Antheil an dem eigenthümlichen Verwesungsproceß, welcher in diesem Organe vor sich geht, eine gewisse Portion des aufgesaugten Sauerstoffgases tritt an ihre Bestandtheile und verwandelt den Wasserstoff in Wasser, den Kohlenstoff in Kohlensäure. Von der letztern bleibt eine gewisse Quantität (1 oder 2 Aeq.) vereinigt mit dem Kali zu einem Salze, welches durch Drydationsproceße keine wei-

tere Veränderung mehr erfährt, es ist dieses Salz, was durch die Nieren oder die Leber wieder abgeschieden wird.

Es ist evident, daß das Vorhandensein dieser pflanzensauren Salze im Blute eine Aenderung in dem Respirationsproceß herbeiführen mußte; wären sie nicht gegenwärtig gewesen, so würde der eingeathmete Sauerstoff, wie gewöhnlich, an die Bestandtheile des Blutes getreten sein, ein Theil davon hat sich aber mit den Bestandtheilen des Salzes vereinigt und ist nicht in's Blut übergegangen; die unmittelbare Folge davon muß eine verminderte Erzeugung von arteriellem Blute sein, oder was das Nämlche ist, der Respirationsproceß ist verlangsamt worden.

Neutrale citronensaure, weinsaure, essigsaure Alkalien verhalten sich in Berührung mit Luft und mit verwesenden thierischen und vegetabilischen Körpern ganz auf die nämliche Weise wie in der Lunge, sie nehmen Theil an der Verwesung und gehen auf dieselbe Weise wie im lebenden Körper in kohlensaure Salze über; werden ihre wässerigen Lösungen in unreinem Zustande sich selbst überlassen, so verschwinden nach und nach ihre Säuren auf's vollständigste.

Freie Mineral- oder nicht flüchtige Pflanzensäuren, sowie Salze von Mineralsäuren mit alkalischen Basen heben in gewissen Mengen alle Verwesungsproceße auf, in kleineren Quantitäten wird durch sie der Verwesungsproceß verlangsamt und gehemmt; sie bringen in dem lebenden Körper ähnliche Erscheinungen hervor, wie neutrale pflanzensaure Salze, allein ihre Wirkung hängt von einer andern Ursache ab.

Einer Aufnahme großer Mengen von Mineralsalzen in das Blut, wodurch dem Verwesungsproceße in der Lunge eine Grenze gesetzt werden könnte, widersetzt sich eine sehr

merkwürdige Eigenschaft aller thierischen Membranen, Häute, Zellgewebe, Muskelfaser ꝛc.

Diese Eigenschaft besteht darin, daß sie unfähig sind, von starken Salzaufösungen durchdrungen zu werden, nur bei einem gewissen Grade der Verdünnung mit Wasser werden sie davon aufgenommen.

Eine trockne Blase bleibt in gesättigten Lösungen von Kochsalz, Salpeter, Blutlaugensalz, Schwefelcyanalkalium, Bittersalz, Chlorkalium, Glaubersalz, mehr oder weniger trocken, diese Flüssigkeiten fließen davon ab, wie Wasser von einer mit Fett bestrichenen Glasplatte.

Bestreuen wir frisches Fleisch mit Kochsalz, so schwimmt nach 24 Stunden das Fleisch in einer Salzlake, obwohl kein Tropfen Wasser zugesetzt wurde.

Dieses Wasser stammt von der Muskelfaser, dem Zellgewebe her; mit Kochsalz zusammengebracht, bildet sich an den Berührungsflächen eine mehr oder weniger concentrirte Salzauflösung; das Salz verbindet sich mit dem eingeschlossenen Wasser, und letzteres verliert hierdurch seine Fähigkeit, thierische Theile zu durchdringen, es trennt sich von dem Fleische; es bleibt in diesem nur Wasser von einem bestimmten, verhältnißmäßig kleinen Salzgehalte zurück, in einem Grade der Verdünnung, in welchem es absorbirbar ist von thierischen Theilen.

Im gewöhnlichen Leben benützt man diese Eigenschaft, um den Wassergehalt von Theilen von Thieren, ähnlich wie durch Austrocknen, auf eine Quantität zurückzuführen, wo er aufhört, eine Bedingung zur Fäulniß abzugeben. Nur bei einem gewissen Wassergehalte können sie in Fäulniß übergehen.

Der Alkohol verhält sich in dieser physikalischen Eigen-

schaft ganz ähnlich den Mineralsalzen, er ist unfähig, thierische Substanzen zu befeuchten, d. h. zu durchbringen, und er entzieht deshalb den wasserhaltigen das Wasser, zu dem er Verwandtschaft besitzt.

Bringen wir Salzlösungen in den Magen, so werden sie, wenn ihr Salzgehalt kleiner ist als der des Blutes oder der thierischen Flüssigkeiten, absorbirt; im concentrirtern Zustande wirken sie gerade umgekehrt, sie entziehen dem Organe Wasser, es entsteht heftiger Durst, es entsteht in dem Magen selbst ein Austausch von Wasser und Salz, der Magen giebt Wasser ab, ein Theil der Salzlösung wird in verdünntem Zustande von ihm aufgenommen, der größere Theil der concentrirten Salzlösung bleibt unabsorbirt, sie wird nicht durch die Harnwege entfernt, sondern sie gelangt in die Eingeweide und den Darmcanal, und verursacht dort eine Verdünnung der abgelagerten festen Stoffe, sie purgirt.

Jedes von diesen Salzen besitzt neben der allgemeinen purgirenden Wirkung, welche abhängig ist von einer physikalischen Eigenschaft, die sie gemein haben, noch besondere medicinische Wirkungen, eben weil jeder Theil des Organismus, den sie berühren, dieselige Quantität davon aufnimmt, die überhaupt davon absorbirbar ist.

Mit der purgirenden Wirkung haben die Bestandtheile dieser Salze nicht das Geringste zu thun, denn es ist vollkommen gleichgültig für die Wirkung (nicht für die Stärke derselben), ob die Basis Kali oder Natron, in vielen Fällen Kali oder Bittererde, und die Säure Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlornasserstoffsäure u. s. w. ist.

Wenn man im nüchternen Zustande von 10 zu 10 Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnenwasser, dessen Salz-

gehalten bei weitem kleiner ist als der des Blutes, zu sich nimmt, so zeigt sich eine starke diuretische Wirkung.

Bei dem Trinken des zweiten Glases tritt eine Quantität Harn aus, dessen Gewicht oder Volumen dem des genossenen ersten Glases Wassers nahe gleich ist; und wenn auf diese Weise 20 Gläser Wasser getrunken werden, so hat man 19 Harnentleerungen, deren letzte farblos und in ihrem Salzgehalt kaum von dem des Brunnenwassers verschieden ist.

Macht man dasselbe Experiment mit einem Wasser, welches genau den Salzgehalt des Blutes enthält ($\frac{3}{4}$ bis 1 p. c. Kochsalz z. B.), so zeigt sich keine Harnabsonderung und es ist beinahe unmöglich, mehr als drei Gläser dieses Wassers zu sich zu nehmen. Ein Zustand des Gefülltseins im Magen, Druck und Schwere scheint anzudeuten, daß Wasser, welches mit dem Blute einen gleichen Salzgehalt besitzt, eine ungleich längere Zeit zu seiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Wasser zu sich, dessen Salzgehalt um etwas größer ist als der des Blutes, so tritt ein mehr oder weniger starkes Purgiren ein. Je nach dem Salzgehalt ist die Wirkung demnach von dreifacher Art.

Außer diesen Salzen, deren Wirkung auf den Organismus nicht abhängig ist von ihrer Fähigkeit, Verbindungen einzugehen, giebt es eine große Klasse von anderen, welche, in den lebenden Körper gebracht, Aenderungen ganz anderer Art bewirken, welche in mehr oder weniger großen Gaben Krankheiten oder Tod zur Folge haben, ohne daß man eine eigentliche Zerstörung von Organen wahrnimmt.

Es sind dies die eigentlichen anorganischen Gifte, deren Wirkung auf ihrer Fähigkeit beruht, feste Verbindungen mit

der Substanz der Membranen, Häute, Muskelfaser einzugehen.

Hierher gehören Eisenoxydsalze, Bleisalze, Wismuthsalze, Kupfer — Quecksilbersalze zc.

Bringen wir Auflösungen davon mit Eiweiß, mit Milch, Muskelfaser, thierischen Membranen, in hinreichender Menge zusammen, so gehen sie damit eine Verbindung ein und verlieren ihre Löslichkeit. Das Wasser, worin sie gelöst sind, verliert seinen ganzen Gehalt an diesen Salzen.

Während die Salze mit alkalischer Basis thierischen Theilen das Wasser entziehen, verbinden sich gerade umgekehrt die Salze der schweren Metalloryde mit den thierischen Stoffen; die letzteren entziehen sie dem Wasser.

Wenn wir die genannten Substanzen einem Thiere im lebenden Zustande beibringen, so werden sie von den Häuten, Membranen, dem Zellgewebe, der Muskelfaser aufgenommen, sie verlieren ihre Löslichkeit, indem sie damit in Verbindung treten; nur in seltenen Fällen können sie demnach in's Blut gelangen. Nach allen damit angestellten Versuchen sind sie nach Verlauf der nämlichen Zeit, in welcher die Salze mit alkalischen Basen erscheinen, im Harn nicht nachweisbar, eben weil sie bei ihrem Wege durch den Organismus mit einer Menge von Stoffen in Berührung kommen, die sie zurückhalten. Nach und nach erleiden aber die Bestandtheile der Organe und Gewebe, mit denen sie sich verbunden haben, durch den Stoffwechsel eine allmälige Veränderung; der Stickstoff derselben erscheint im Harn und mit demselben die Mineralsubstanzen, als Quecksilber, Kupfer zc., die mit der organischen Substanz verbunden waren.

Durch das Hinzutreten dieser Körper zu gewissen Organen oder Bestandtheilen von Organen müssen ihre Func-

tionen eine Störung erleiden; sie müssen eine abnorme Richtung erhalten, die sich in Krankheitserscheinungen zu erkennen giebt.

Die Wirkungsweise des Sublimats und der arsenigen Säure sind in dieser Beziehung besonders merkwürdig. Man weiß, daß beide im höchsten Grade die Fähigkeit haben, Verbindungen mit allen Theilen von thierischen und vegetabilischen Körpern einzugehen, und daß diese dadurch den Charakter der Unverwesbarkeit oder der Unfähigkeit zu faulen erhalten; selbst Holz und Gehirnsubstanz, die sich bei Gegenwart von Wasser und Luft so leicht und schnell verändern, lassen sich, wenn sie eine Zeitlang mit arseniger Säure oder Sublimat in Berührung waren, ohne Farbe und Ansehen zu ändern, allen Einflüssen der Atmosphäre preisgeben.

Man weiß ferner, daß bei Vergiftungen mit diesen Materien diejenigen Theile, die damit in Berührung kamen und also eine Verbindung eingegangen waren, unverwesbar und der Fäulniß unfähig werden, und man kann hiernach über die Ursache der Giftigkeit dieser Körper nicht im Zweifel sein.

Es ist klar, daß wenn arsenige Säure und Sublimat durch die Lebensthätigkeit nicht gehindert werden, Verbindungen mit den Bestandtheilen des Körpers einzugehen, wodurch sie den Charakter der Unverwesbarkeit und der Unfähigkeit zu faulen erhalten, so will dies nichts Anderes sagen, als daß die Organe ihren Zustand des Lebens, die Haupteigenschaft verlieren, Metamorphosen zu bewirken und Metamorphosen zu erleiden, d. h. das organische Leben wird vernichtet. Ist die Vergiftung nur oberflächlich, ist die Quantität des Giftes so gering, daß nur einzelne Theile des Körpers, welche fähig sind, reproducirt zu werden, eine Verbindung dieser Art eingegangen sind, so entstehen Schorfe,

Erscheinungen secundärer Art; die Verbindung der gestorbenen Theile wird von den gesunden Theilen abgestoßen. Man wird leicht hieraus entnehmen können, daß alle inneren Zeichen von Vergiftung schwankend und ungewiß werden, indem Fälle vorkommen können, wo kein sichtbares Merkmal von Veränderung dem Auge des Beobachters sich darbietet, indem, wie bemerkt, der Tod ohne Zerstörung von Organen erfolgen kann.

Wenn Arsen in Auflösung gegeben worden ist, so kann es in's Blut, in die Leber u. gelangen; umgeben wir eine bloßgelegte Ader mit einer Auflösung davon, so wird zuletzt jedes Blutkügelchen in Verbindung treten, d. h. es wird vergiftet.

Arsenverbindungen, welche keine Verbindung mit Theilen von Organismen einzugehen vermögen, werden auch in großen Gaben ohne Einfluß auf das Leben sein; es ist bekannt, daß viele unlösliche basische Salze der arsenigen Säure nicht giftig sind, und eine der reichsten Arsenverbindungen, die in ihrer Zusammensetzung den organischen Verbindungen am nächsten steht, das von Bunsen entdeckte Alkargen, besitzt nicht die geringste nachtheilige Wirkung auf den Organismus.

Aus diesem Verhalten läßt sich mit einiger Sicherheit die Grenze fixiren, in welcher die Substanzen aufhören, als Gifte zu wirken; denn da die Verbindung nur nach chemischen Gesetzen vor sich gehen kann, so muß unausbleiblich der Tod erfolgen, wenn das mit dem Gifte in Berührung stehende Organ hinreichend davon vorfindet, um Atom für Atom eine Verbindung damit einzugehen; ist weniger davon vorhanden, so wird ein Theil davon seine Lebensfunctionen beibehalten.

Den Verhältnissen nach, in welchen sich der Faserstoff

mit Salzfäure, Bleioryd und Kupferoryd verbindet, muß nach den Untersuchungen von Mulder sein Aequivalent durch die Zahl 6361 (Poggendorff's Annalen Bd. 40, S. 259) ausgedrückt werden; annäherungsweise kann man annehmen, daß sich eine Quantität von 6361 Faserstoff verbindet mit 1 Aeq. arseniger Säure oder mit 1 Aeq. Sublimat.

Wenn wir 6361 Faserstoff im wasserfreien Zustande mit 30,000 Wasser verbinden, so haben wir ihn in dem Zustande, wie er im menschlichen Körper, in der Muskelfaser oder im Blute enthalten ist. In diesem Zustande werden 100 Gran Faserstoff zu gleichen Atomgewichten eine gesättigte Verbindung eingehen mit $3\frac{1}{10}$ Gran arseniger Säure und 5 Gran Sublimat.

Das Atomgewicht des Eiweißstoffs im Ei und im Blut ergibt sich aus seinen Verbindungen mit Silberoryd zu 7447, das der Leimschubstanz (thierischen Gallerte) wird durch die Zahl 5652 ausgedrückt.

Auf eine ähnliche Weise mit ihrem ganzen Wassergehalte, den sie im lebenden Körper haben, berechnet, gehen 100 Gran Eiweiß eine Verbindung ein mit $1\frac{1}{4}$ Gran arseniger Säure.

Diese Verhältnisse, die man als Maxima betrachten kann, zeigen bei den außerordentlich hohen Atomgewichten der organischen Substanzen von selbst, in wie kleinen Dosen Körper, wie Sublimat und arseniger Säure, tödtliche Wirkungen haben können.

Alle Materien, welche als Gegenmittel in Vergiftungsfällen gegeben werden, wirken ausschließlich nur dadurch, daß sie dem Arsenik und Sublimat den ursprünglichen Charakter nehmen, durch den sie als Gift wirken, die Fähigkeit also,

sich mit thierischen Materien zu verbinden. Leider werden sie in dieser Fähigkeit von keinem andern Körper übertroffen; die Verbindungen, die sie eingegangen haben, können nur durch gewaltsame, auf den lebenden Körper nicht minder schädlich wirkende, Verwandtschaften aufgehoben werden. Die Kunst des Arztes muß sich deshalb begnügen, denjenigen Theil dieser Gifte, der noch unverbunden und frei vorhanden ist, eine Verbindung mit einem andern Körper eingehen zu machen, welche unverdaubar, unzerseßbar ist unter gegebenen Bedingungen, und in dieser Hinsicht ist das Eisenoxydhydrat von unschätzbarem Werthe.

Wenn sich die Wirkung des Sublimats und Arsens nur auf die Oberfläche der Organe beschränkt, so stirbt nur derjenige Theil derselben ab, welcher eine Verbindung damit eingegangen ist; es entsteht ein Schorf, der nach und nach abgestoßen wird.

Sicher würden die löslichen Silbersalze nicht minder tödtlich wirken als Sublimat, wenn im menschlichen Körper nicht eine Ursache vorhanden wäre, welche bei nicht überwiegenden Mengen ihre Wirkung aufhebt.

Die Ursache ist der in allen Flüssigkeiten vorwaltende Kochsalzgehalt. Man weiß, daß salpetersaures Silberoxyd sich wie Sublimat mit thierischen Theilen verbindet, und daß diese Verbindungen einen vollkommen gleichen Charakter haben; sie werden unfähig, zu faulen und zu verweseln.

Salpetersaures Silberoxyd, auf die Haut mit Muskelfaser zc. zusammengebracht, vereinigt sich im aufgelösten Zustande augenblicklich damit; thierische Materien in Flüssigkeiten bilden damit unlösliche Verbindungen; sie werden, wie man sagt, coagulirt.

Die entstandenen Verbindungen sind farblos, unzerseßbar

durch andere kräftige chemische Agentien; sie werden an dem Lichte wie alle Silberverbindungen schwarz, indem durch den Einfluß des Lichts ein Theil des Silberoxyds zu Metall reducirt wird; die Materien im Körper, welche sich mit dem Silber Salz vereinigt haben, gehören dem lebenden Körper nicht mehr an, ihrer Lebensfunction ist durch ihre Verbindung mit Silberoxyd eine Grenze gesetzt; wenn sie reproducirbar sind, so stößt sie der lebende Theil in der Form eines Schorfes ab.

Bringen wir salpetersaures Silberoxyd in den Magen, so wird es augenblicklich, wenn seine Menge nicht zu groß ist, von dem Kochsalz oder der freien Salzsäure in Chlorsilber, in eine Materie verwandelt, die in reinem Wasser absolut unlöslich ist.

In Kochsalzlösung oder Salzsäure löst sich das Chlorsilber, wiewohl in außerordentlich geringer Menge, auf; es ist dieser Theil, welcher die Wirkung ausübt; alles übrige Chlorsilber geht durch die gewöhnlichen Wege wieder aus dem Körper. Die Löslichkeit, die Fähigkeit also, einer jeden Bewegung zu folgen, ist für alle Substanzen eine Bedingung zu der Wirksamkeit auf den menschlichen Körper.

Von den löslichen Bleisalzen wissen wir, daß sie alle Eigenschaften der Silber- und Quecksilbersalze theilen; allein alle Verbindungen des Bleioxyds mit organischen Stoffen sind zerlegbar durch verdünnte Schwefelsäure. Man weiß, daß die Bleikolik in allen Bleiweißfabriken unbekannt ist, wo die Arbeiter gewöhnt sind, täglich als Präservativ und Gegenmittel sogenannte Schwefelsäure-Limonade (Zuckerwasser mit Schwefelsäure angesäuert) zu sich zu nehmen.

Die organischen Materien, welche sich im lebenden Körper mit Metalloxyden und Metallsalzen verbunden haben,

verlieren ihre Fähigkeit, Wasser aufzusaugen und zurückzuhalten, ohne damit die Eigenschaft einzubüßen, Flüssigkeit durch ihre Poren durchzulassen. Eine starke Zusammenziehung, Schwinden der Oberflächen, ist die Folge der Berührung mit diesen Körpern.

Eine besondere Eigenschaft besitzt noch überdies der Sublimat und manche Bleisalze, indem sie bei vorherrschenden Mengen die zuerst gebildeten unlöslichen Verbindungen aufzulösen vermögen, wodurch das Gegentheil von Contraction, nämlich eine Verflüssigung des vergifteten Organs, herbeigeführt wird.

Kupferoxydsalze werden selbst in Verbindung mit den stärksten Säuren durch viele vegetabilische Substanzen, namentlich durch Zucker und Honig, in Metall oder in Drydul reducirt, in Materien, denen die Fähigkeit abgeht, sich mit thierischen Stoffen zu verbinden; sie sind als die zweckmäßigsten Gegenmittel seit Langem schon in Anwendung gekommen.

Was die giftigen Wirkungen der Blausäure, der organischen Basen, des Strychnins, Brucins u. betrifft, so kennen wir keine Thatsachen, welche geeignet wären, zu einer bestimmten Ansicht zu führen; allein es läßt sich mit positiver Gewißheit voraussehen, daß Versuche über ihr chemisches Verhalten zu thierischen Substanzen sehr bald die genügendsten Aufschlüsse über die Ursache ihrer Wirksamkeit geben werden.

Eine ganz besondere Art von Stoffen, welche durch Zersetzungsprocesse eigenthümlicher Art erzeugbar sind, wirken auf den lebenden Organismus als tödtliche Gifte, nicht durch ihre Fähigkeit, eine Verbindung einzugehen, eben so

wenig weil sie einen giftigen Stoff enthalten, sondern durch den Zustand, in dem sie sich befinden.

Um eine klare Vorstellung über die Wirkungsweise dieser Körper zu haben, ist es nöthig, sich an die Ursache zu erinnern, welche die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung bedingt.

In der einfachsten Form läßt sich die Ursache durch folgenden Grundsatz ausdrücken, welcher, von La Place und Bérthollet seit Langem aufgestellt, für chemische Erscheinungen aber erst in der neuern Zeit bewiesen wurde. »Ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes Atom (Molécule) kann seine eigene Bewegung einem andern Atom mittheilen, welches sich in Berührung damit befindet.«

Es ist dies ein Gesetz der Dynamik, beweisbar für alle Fälle, wo der Widerstand (die Kraft, Verwandtschaft, Cohäsion), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Wir wissen, daß das Ferment, die Hefe, ein Körper ist, der sich im Zustande der Zersetzung, dessen Atome sich im Zustande der Umsehung, der Bewegung befinden; mit Zucker und Wasser in Berührung überträgt sich der Zustand, worin sich die Atome der Hefe befinden, den Elementen des Zuckers; die letzteren ordnen sich zu zwei neuen einfacheren Verbindungen, zu Kohlensäure und Alkohol. Es sind dies Verbindungen, in denen die Bestandtheile mit einer weit größern Kraft zusammengehalten sind, wie im Zucker, mit einer Kraft, die sich einer weitem Formänderung durch die nämliche Ursache entgegensetzt.

Wir wissen ferner, daß der nämliche Zucker durch andere Materien, deren Zustand der Zersetzung ein anderer ist, als

z. B. der, worin sich die Theilchen der Hefe befinden, durch Lab oder durch die faulenden Bestandtheile von Pflanzensäften, durch Mittheilung also einer verschiedenen Bewegung, daß seine Elemente sich alsdann zu anderen Producten umsetzen; wir erhalten keinen Alkohol und keine Kohlensäure, sondern Milchsäure, Mannit und Gummi, oder Buttersäure.

Es ist ferner auseinandergesetzt worden, daß Hefe, zu reiner Zuckerslösung gesetzt, nach und nach völlig verschwindet, daß aber in einem Pflanzensaft, worin sich Kleber befindet, der Kleber zerfällt und in der Form von Hefe abgeschieden wird.

Die Hefe, womit man die Flüssigkeit in Gährung versetzt, sie selbst ist ursprünglich Kleber gewesen.

Die Umwandlung des Klebers in Hefe war in diesem Falle abhängig von dem in Zerfetzung übergegangenem (gährenden) Zucker; denn wenn derselbe vollständig verschwunden ist, und es ist noch Kleber frei in der Flüssigkeit vorhanden, so erleidet dieser in Berührung mit der abgeschiedenen Hefe keine weitere Veränderung, er behält seinen Charakter als Kleber.

Die Hefe ist ein Product der Zerfetzung des Klebers, welche bei Gegenwart von Wasser in jedem Zeitmomente einem zweiten Stadium der Zerfetzung entgegengeht.

Durch diesen letztern Zustand ist sie fähig, frisches Zuckerswasser wieder in Gährung zu bringen, und wenn das Zuckerswasser Kleber enthält (Bierwürze z. B. ist), so erzeugt sich in Folge der Umsetzung der Elemente des Zuckers wieder Hefe.

Von einer Reproduction der Hefe, ähnlich wie Samen

aus Samen, kann nach dieser Auseinandersetzung keine Rede sein.

Es geht aus diesen Thatsachen hervor, daß ein in Zerlegung begriffener Körper, wir wollen ihn Erreger nennen, in einer gemischten Flüssigkeit, die seine Bestandtheile enthält, sich auf eine ähnliche Weise wiedererzeugen kann, wie Ferment in einem kleberhaltigen Pflanzensaft. Dies muß um so sicherer stattfinden, wenn unter den Bestandtheilen der gemischten Flüssigkeit sich derjenige befindet, aus welchem der Erreger ursprünglich entstanden ist.

Es ist ferner klar, daß, wenn der Erreger nur einem einzigen Bestandtheil der gemischten Flüssigkeit seinen eigenen Zustand der Metamorphose zu übertragen vermag, so wird er in Folge der vorgehenden Zerlegung dieses einen Körpers wieder erzeugbar sein.

Wenden wir diese Grundsätze auf organische Materien, auf Theile von thierischen Organismen an, so wissen wir, daß alle ihre Bestandtheile aus dem Blute stammen; wir erkennen in dem Blute seiner Beschaffenheit und seinen Bestandtheilen nach die zusammengesetzteste aller existirenden Materien.

Die Natur hat das Blut zur Reproduction eines jeden einzelnen Theiles des Organismus eingerichtet; sein Hauptcharakter ist gerade der, daß sich seine Bestandtheile einer jeden Anziehung unterordnen; sie sind in einem beständigen Zustande des Stoffwechsels begriffen, von Metamorphosen, die durch die Einwirkung verschiedener Organe auf die mannichfaltigste Weise bedingt werden.

Dem Blute fehlt alle Fähigkeit, Metamorphosen zu bewirken; sein Hauptcharakter ist es gerade, sich zu Meta-

morphosen zu eignen. Keine andere Materie kann in dieser Beziehung mit dem Blute verglichen werden.

Wir wissen nun, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnsubstanz, Galle, faulender Eiter zc. auf frische Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und nach längerer oder kürzerer Zeit den Tod bewirken.

Es ist eine nicht minder bekannte Erfahrung, daß Leichen auf anatomischen Theatern häufig in einen Zustand der Zersetzung übergehen, der sich dem Blute im lebenden Körper mittheilt; die kleinste Verwundung mit Messern, die zur Section gedient haben, bringt einen lebensgefährlichen Krankheitszustand hervor.

Das Wurstgift, eines der furchtbarsten Gifte, gehört zur Klasse dieser in Zersetzung begriffenen Körper.

Man kennt bis jetzt mehrere hundert Fälle, wo der Tod durch den Genuß verdorbener Würste verursacht wurde.

Vergiftungsfälle dieser Art kommen namentlich in Württemberg vor, wo man gewohnt ist, die Würste aus höchst verschiedenen Materien zu bereiten.

Blut, Leber, Speck, Gehirn, Kuhmilch, Mehl und Brot werden mit Salz und Gewürzen zusammengemengt, in Blasen oder Gedärmen gefüllt, gekocht und geräuchert.

Bei guter Zubereitung halten sich diese Würste Monate lang und geben ein gesundes, wohlschmeckendes Nahrungsmittel ab, beim Mangel an Gewürzen und Salz, und namentlich bei verspäteter und unvollkommener Räucherung gehen sie in eine eigenthümliche Art von Fäulniß über, welche von dem Mittelpunkte der Wurst ihren Anfang nimmt. Ohne bemerkbare Gasentwicklung färben sie sich inwendig

beller, die in Zersetzung übergegangenen Theile sind weicher und schmieriger als die gesunden, sie enthalten freie Milchsäure oder milchsaures Ammoniak, die unter den Producten faulender, namentlich vegetabilischer Materien selten fehlen.

Man hat die Ursache der Giftigkeit dieser Würste der Blausäure, später der Fettsäure zugeschrieben, ohne nur entfernt das Vorhandensein dieser Materien bewiesen zu haben; allein die Fettsäure ist eben so wenig giftig, wie die Benzoesäure, mit der sie viele Eigenschaften gemein hat, und die Vergiftungssymptome weisen die Meinung, daß das Gift in den Würsten Blausäure sei, auf das entschiedenste zurück.

Der menschliche Körper stirbt nämlich nach dem Genuß dieser giftigen Würste an einem allmäligen Verschwinden der Muskelfaser und aller ihr ähnlich zusammengesetzten Bestandtheile des Körpers; der Kranke trocknet völlig zu einer Mumie aus, die Leichen sind steif, wie gefroren, und gehen nicht in Fäulniß über. Während der Krankheit ist der Speichel zähe und stinkend.

Man hat vergeblich in diesen Würsten nach einem Stoffe gesucht, dem man die giftige Wirkung zuschreiben könnte. Siedendes Wasser und Behandlung mit Alkohol rauben denselben völlig ihre Giftigkeit, ohne daß sie diese Flüssigkeiten erhalten.

Dies ist nun gerade der ausschließliche Charakter aller Materien, welche durch ihren Zustand eine Wirkung ausüben, es ist dies der Charakter derjenigen Substanzen, deren Theile sich in einem Act der Zersetzung befinden, in einem Zustande der Umsezung, welcher durch Siedhize und Alkohol aufge-

hoben werden kann, ohne daß diese die Ursache der Wirkung aufnehmen; denn eine Thätigkeit oder Kraft läßt sich in einer Flüssigkeit nicht aufbewahren.

Sie üben eine Wirkung auf den Organismus aus, insofern dem Magen, demjenigen Theile, der damit in Berührung kam, die Fähigkeit abgeht, der Zersetzung, in welcher sich ihre Bestandtheile befinden, eine Grenze zu setzen; gelangen sie in irgend einer Weise mit ihrer ganzen Thätigkeit in das Blut, so überträgt sich ihre eigene Action auf die Bestandtheile des Blutes.

Das Wurstgift wird durch den Magen, nicht wie das Blatterngift und andere, zerstört; alles der Fäulniß Fähige im Körper geht in der Krankheit nach und nach in Zersetzung über, und nach erfolgtem Tode bleibt nichts als Fett, Sehnen und Knochen, Substanzen, die unter den gegebenen Bedingungen keiner Fäulniß fähig sind.

Es ist unmöglich, sich über die Wirkungsweise dieser Körper zu täuschen, denn es ist eine durch Colin völlig erwiesene Thatsache, daß faulendes Muskelfleisch, faulender Urin, Käse, Gehirnsubstanzen u., daß diese, ihren Zustand der Zersetzung einer weit weniger leicht zersetzbaren Materie, als das Blut ist, übertragen können, wir wissen, daß sie, mit Zuckerwasser in Berührung, die Fäulniß des Zuckers, die Umsezung seiner Bestandtheile in Kohlensäure und Alkohol zu bewirken vermögen.

Wenn faulendes Muskelfleisch, faulender Eiter u., auf frische Wunden gelegt, Krankheit und Tod bewirken, so überträgt sich offenbar der Zustand ihrer Fäulniß auf das gesunde Blut, aus welchem sie stammen, gerade so wie in Fäulniß oder Verwesung begriffener Kleber durch seinen

Zustand in Zuckermasser eine ganz ähnliche Metamorphose hervorbringt.

Auch in lebenden Körpern werden in besonderen Krankheiten Gifte dieser Art erzeugt und gebildet. In der Blatterkrankheit, der Pest, der Syphilis u. entstehen aus den Bestandtheilen des Blutes Stoffe eigenthümlicher Art, welche, dem Blute eines gesunden Menschen mitgetheilt, eine ähnliche Zeretzungsweise desselben bedingen, wie die ist, in welcher sie sich selbst befinden, es entsteht und entwickelt sich in dem gesunden Menschen die nämliche Krankheit; wie Samen aus Samen scheint sich der Krankheitsstoff reproducirt zu haben.

Dieser eigenthümliche Proceß ist der Wirkung der Hefe auf zucker- und kleberhaltige Flüssigkeiten so außerordentlich ähnlich, daß man beide seit Langem schon, wenn auch nur bildweise, mit einander verglichen hat. Bei genauerer Betrachtung ergibt sich aus allen Erscheinungen, daß ihre Wirkung in der That einerlei Ursache angehört.

In trockner Luft, bei Abwesenheit von Feuchtigkeit erhalten sich alle diese Gifte lange Zeit unverändert, in feuchtem Zustande, bei Berührung mit der Luft, verlieren sie sehr bald ihre ganze Wirksamkeit. In dem einen Fall sind die Bedingungen vereinigt, welche der Zeretzung, in der sie sich befinden, eine Grenze setzen, ohne sie zu vernichten, in dem andern sind die Bedingungen gegeben, unter denen sich ihre Zeretzung vollendet.

Siedhize, Berührung mit Alkohol heben ihre Wirkung auf. Säuren, Quecksilbersalze, schweflige Säure, Chlor, Jod, Brom, gewürzhafte Stoffe, flüchtige Oele und namentlich brenzliche Oele, Rauch, ein Kaffeeabsud, alle diese Substanzen vernichten völlig

die Fähigkeit dieser Stoffe, Ansteckung zu bewirken, theils indem sie sich damit verbinden, oder in anderer Weise zerlegen.

Die so eben genannten Materien sind aber ohne Ausnahme solche, welche der Gährung, Fäulniß und Verwesung überhaupt entgegenwirken, welche diesen besonderen Zeretzungsweisen überall eine Grenze setzen, wenn sie in hinreichender Menge zugegen sind.

Eben so wenig, als in den vergifteten Würsten, ist man im Stande gewesen, aus der Blatternmaterie, dem Pestgift eine eigenthümliche Materie zu isoliren, der man die Wirkung zuschreiben könnte; eben weil ihre Wirkung nur in einer eigenthümlichen Thätigkeit liegt, deren Existenz für unsere Sinne nur durch Erscheinungen erkennbar ist.

Man hat zur Erklärung der Fähigkeit der Contagien, Ansteckung zu bewirken, diesen Stoffen ein eigenthümliches Leben zugeschrieben, ähnlich wie der Keim eines Samens es besitzt; eine Fähigkeit also, sich unter gewissen günstigen Bedingungen zu entwickeln, fortzupflanzen und zu vervielfältigen. Es giebt gewiß kein unrichtigeres Bild für diese Erscheinungen, eben so anwendbar auf Contagien als auf Ferment, auf thierische und vegetabilische Substanzen, die sich im Zustande der Fäulniß, Gährung und Verwesung befinden, auf ein Stück faules Holz, was durch seine bloße Berührung frisches Holz nach und nach gänzlich in Moder, faules Holz, verwandelt.

Wenn man mit Leben die Fähigkeit einer Materie bezeichnet, in irgend einer andern eine Veränderung hervorzurufen, in Folge welcher die erstere mit allen ihren Eigenschaften wieder erzeugt wird, so gehören allerdings alle diese Erscheinun-

gen dem Leben an; aber nicht bloß diese müssen wir alsdann lebendig nennen, sondern dieser Ausdruck umfaßt in diesem Sinne den größten Theil aller Erscheinungen der organischen Chemie; überall, wo chemische Kräfte walten, wird man Leben voraussetzen müssen.

Ich nehme einen Körper A, er sei Dramid (eine im Wasser kaum lösliche, völlig geschmacklose Substanz), und bringe damit die Materie B zusammen, welche sich wieder erzeugen soll, es sei aufgelöste Dralsäure, so bemerken wir Folgendes: Unter den geeigneten Bedingungen, in welchen beide auf einander eine Wirkung äußern, wird das Dramid durch die Dralsäure zersetzt; zu den Bestandtheilen des Dramids treten die Bestandtheile des Wassers; es entsteht aus dem Dramid auf der einen Seite Ammoniak, und auf der andern wieder Dralsäure, beide genau in dem Verhältniß, in dem sie sich zu neutralem Salze vereinigen.

Wir haben Dramid und Dralsäure zusammengebracht; in Folge einer Metamorphose hat sich das Dramid in Dralsäure und Ammoniak zersetzt; die ursprünglich zugesetzte Dralsäure, so wie die neuerzeugte theilen sich in das Ammoniak, dies will mit anderen Worten sagen, es ist nach vorgegangener Zersetzung genau so viel freie Keesäure wie vorher, und mit ihrem ganzen Wirkungswerthe, vorhanden. Gleichgültig, ob sie anfänglich frei oder gebunden und die neu gebildete frei ist, oder umgekehrt, so viel ist gewiß, durch die Zersetzung ist sie in gleicher Quantität reproducirt worden.

Bringen wir nun nach der Zersetzung eine der ersten gleiche Quantität Dramid zu der nämlichen Mischung, und unterwerfen wir sie derselben Behandlung, so wiederholt sich in ganz gleicher Weise die nämliche Zersetzung; die frei vor-

handene Kleeſäure iſt in Verbindung getreten, es iſt eine ihr gleiche Menge wieder frei geworden. Man kann auf dieſe Weiſe mit einer außerordentlich kleinen Menge Oxalſäure hunderte von Pfunden Dramid zur Zerſetzung bringen, man kann durch einen einzigen Gran unbegrenzte Mengen von Kleeſäure entſtehen machen.

Durch den Contact des Blatterngiftes mit Blut entſteht eine Veränderung im Blute, in Folge welcher ſich aus ſeinen Beſtandtheilen wieder Blatterngift erzeugt. Dieſer Metamorphoſe wird erſt durch die gänzliche Verwandlung aller der Zerſetzung fähigen Bluttheilchen eine Grenze geſetzt. Durch den Contact der Oxalſäure mit Dramid entſteht Oxalſäure, welche auf neues Dramid die nämliche Wirkung ausübt. Nur die begrenzte Menge des Dramids ſetzt dieſer Metamorphoſe eine Grenze. Der Form nach gehören beide Metamorphoſen in einerlei Klaſſe; aber nur ein befangenes Auge wird dieſem Vorgang, obwohl er ein ſcharfer Ausdruck des gegebenen Begriffs vom Leben iſt, eine lebendige Thätigkeit unterlegen; es iſt ein chemiſcher Proceß, abhängig von den gewöhnlichen chemiſchen Kräften.

Der Begriff von Leben ſchließt neben Reproduction noch einen andern ein, nämlich den Begriff von Thätigkeit durch eine beſtimmte Form, das Entſtehen und Erzeugen in einer beſtimmten Form. Man wird im Stande ſein, die Beſtandtheile der Muskelfaſer, der Haut, der Haare ꝛ. durch chemiſche Kräfte hervorzubringen; allein kein Haar, keine Muskelfaſer, keine Zelle kann durch ſie gebildet werden. Die Hervorbringung von Organen, das Zusammenwirken eines Apparats von Organen, ihre Fähigkeit, aus den dargebotenen Nahrungsſtoffen nicht nur ihre eigenen Beſtandtheile, ſondern ſich ſelbſt der Form, Beſchaffenheit

nach und mit allen ihren Eigenschaften wieder zu erzeugen, dies ist der Charakter des organischen Lebens, diese Form der Reproduction ist unabhängig von den chemischen Kräften

Die chemischen Kräfte sind der unanschaulbaren Ursache, durch welche diese Form bedingt wird, unterthan; sie selbst, diese Ursache, wir haben nur Kenntniß von ihrer Existenz durch die eigenthümlichen Erscheinungen, die sie hervorbringt; wir erforschen ihre Gesetze wie die der anderen Ursachen, welche Bewegung und Veränderungen bewirken.

Die chemischen Kräfte sind die Diener dieser Ursache, so wie sie Diener der Electricität, der Wärme, einer mechanischen Bewegung, des Stosses, der Reibung sind; sie erleiden durch diese letzteren eine Aenderung in der Richtung, eine Steigerung, eine Verminderung in ihrer Intensität, eine völlige Aufhebung, eine vollkommene Umkehrung in der Wirksamkeit.

Es ist dieser Einfluß und kein anderer, den die Lebenskraft auf die chemischen Kräfte ausübt; aber überall, wo Verbindung und Trennung vor sich geht, ist chemische Verwandtschaft und Cohäsion in Thätigkeit.

Wir kennen die Lebenskraft nur durch die eigenthümliche Form ihrer Werkzeuge, durch Organe, die ihre Träger sind; welche Art von Thätigkeit eine Materie auch zeigen mag, wenn sie formlos ist und wir keine Organe betrachten, von denen der Impuls der Bewegung oder Aenderung ausgeht, so lebt sie nicht; ihre Thätigkeit ist alsdann eine chemische Action, an welcher Licht, Wärme, Electricität, oder was sonst darauf Einfluß hat, Antheil nehmen, die sie steigern, vermindern oder ihr eine Grenze setzen, allein ohne die Bedinger der Action zu sein.

In dieser Art und Weise beherrscht die Lebenskraft in

dem lebendigen Körper und ganz besonders in der Pflanze die chemischen Kräfte; Alles, was wir Nahrungsmittel nennen, alle Stoffe, die in dem Organismus daraus gebildet werden, sind chemische Verbindungen, in denen also von der Lebenskraft, um zu Bestandtheilen des Organismus zu werden, kein anderer Widerstand, als die chemischen Kräfte, zu überwinden sind, durch welche ihre Bestandtheile zusammengehalten werden; besäßen sie, die Nahrungsmittel, ein eigenthümliches Leben, so würde dieses mit den chemischen Kräften überwunden werden müssen, es würde ihren Widerstand verstärken.

Durch die Lebenskraft in der Pflanze wird das Gleichgewicht der chemischen Anziehungen der Bestandtheile der Nahrungsmittel gestört, wie es durch zahllose andere Ursachen gestört werden kann; allein das Zusammentreten ihrer Elemente zu neuen Verbindungen, zu neuen Formen, zeigt von einer eigentlichen Anziehungsweise, es beweist die Existenz einer besondern Kraft, verschieden von allen anderen Naturkräften.

Es ist die Lebenskraft, welche der unaufhörlichen Einwirkung der Atmosphäre, der Feuchtigkeit, der Temperatur auf den Organismus einen, bis zu einem gewissen Grade, unüberwindlichen Widerstand entgegensetzt; es ist die unaufhörliche Ausgleichung, es ist die stete Erneuerung dieser Thätigkeiten, welche Bewegung, welche Leben erhält.

Das größte Wunder im lebenden Thier-Organismus ist es gerade, daß eine unergründliche Weisheit in die Ursache einer unaufhörlichen Zerstörung, in die Unterhaltung des Respirationsprocesses, die Quelle der Erneuerung des Organismus, das Mittel gelegt hat, um allen übrigen atmosphärischen Einflüssen, dem Wechsel der Temperaturen, der Feuchtigkeit zu widerstehen.

Bringen wir in den Magen oder einen andern Theil des Organismus eine chemische Verbindung von einfacher Zusammensetzung, die also das Vermögen und Streben besitzt, neue Verbindungen einzugehen oder Veränderungen zu bewirken, so ist klar, daß sie auf alle Materien, die mit ihr in Berührung kommen, eine chemische Action ausüben muß; sie wird eine Verbindung einzugehen oder zu verändern streben.

Die chemische Action der Substanz hat, wie sich von selbst versteht, die Lebenskraft zu überwinden; die letztere setzt ihr einen Widerstand entgegen, es entsteht je nach der Stärke der Einwirkung eine Ausgleichung zwischen beiden Kräften, eine Veränderung ohne Vernichtung der Lebenskraft, eine arzneiliche Wirkung, oder der einwirkende Körper unterliegt, er wird verdaut, oder die chemische Action behält die Oberhand, er wirkt als Gift.

Alle Materien sind Nahrungsmittel, welche ihre Eigenthümlichkeit durch die Einwirkung der Lebenskraft verlieren, ohne eine chemische Action auf das einwirkende Organ auszuüben.

Eine andere Klasse ändert die Richtung, die Stärke, die Intensität des Widerstandes (der Lebenskraft), in Folge welcher ihre Träger, die Function ihrer Organe, verändert werden; sie bringen eine Störung durch ihr Vorhandensein oder dadurch hervor, daß sie selbst eine Veränderung erleiden, dies sind die Arzneimittel.

Eine dritte Klasse heißen Gifte, wenn sie sich mit den Organen oder Bestandtheilen der Organe zu verbinden vermögen, und wenn dieses Streben stärker ist, als der Widerstand durch die Lebenskraft.

Masse und Zustand ändern, wie sich von selbst ergibt, gänzlich die Art der chemischen Einwirkung.

Ein Arzneimittel wird in größerer Masse, die überall ein Aequivalent für größere Verwandtschaft ist, als Gift, ein Gift in kleinen Gaben als Arzneimittel wirken können.

Ein Nahrungsmittel wird Krankheit bewirken, es wird Gift werden, wenn es durch seine Masse eine chemische Action ausübt, oder wenn sein Zustand, seine Gegenwart die Bewegung der Organe verlangsamt, hindert oder aufhebt.

Ein Körper wirkt als Gift, wenn alle Theile des Organs, mit dem er in Berührung ist, zu einer chemischen Verbindung mit ihm zusammengetreten sind; er kann als Arzneimittel wirken, wenn er nur eine partielle Aenderung hervor gebracht hat.

Unter allen Bestandtheilen des thierischen Organismus giebt es keinen, welcher in seiner Schwäche des Widerstandes gegen äußere Thätigkeiten mit dem Blute verglichen werden kann; denn es ist nicht ein entstandenes, sondern ein entstehendes Organ, es ist die Summe der entstehenden Organe; die chemische Kraft und Lebenskraft halten sich einander in so vollkommenem Gleichgewichte, daß jede, auch die kleinste Störung, durch welche Ursache es auch sei, eine Veränderung im Blute bewirkt; es kann nicht von dem Körper getrennt werden, ohne eine augenblicklich erfolgende Umwandlung zu erfahren, es kann mit keinem Organe im Körper in Berührung treten, ohne seiner Anziehung zu unterliegen.

Jede, auch die schwächste Einwirkung einer chemischen Thätigkeit, sie übt, in das Blut gebracht, eine nachtheilige Veränderung aus, selbst der durch Zellen und Häute vermittelte momentane Contact mit der Luft in der Lunge ändert Farbe und Beschaffenheit; eine jede chemische Action

pflanzt sich im Blute fort, der Zustand einer in Zersetzung, Fäulniß, Gährung und Verwesung begriffenen Materie, die chemische Action, in welcher die Bestandtheile eines in Zersetzung begriffenen Körpers sich befinden, sie stören den Zustand des Gleichgewichts zwischen der chemischen Kraft und der Lebenskraft im Blute. Die erstere enthält das Uebergewicht; zahllose Modificationen in der Zusammensetzung, dem Zustande der aus den Elementen des Blutes gebildeten Verbindungen, sie gehen aus dem Kampfe der Lebenskraft mit der chemischen Action, die sie unaufhörlich zu überwältigen strebt, hervor.

Dem ganzen Verhalten aller Erscheinungen nach läßt sich den Contagien kein eigenthümliches Leben zuschreiben; sie üben eine gewisse Wirkung aus, welche eine große Ähnlichkeit mit Vorgängen im lebenden Organismus hat; allein die Ursache dieser Wirkung ist chemische Action, welche aufgehoben werden kann durch andere chemische Actionen, durch entgegengesetzte Thätigkeiten.

Von dem im lebendigen Körper durch Krankheitsprocesse erzeugbaren Gifte verlieren einige im Magen ihre ganze Wirksamkeit, andere werden nicht zerstört.

Wie bedeutsam und entscheidend für ihre chemische Natur und Wirkungsweise ist hier der Umstand, daß diejenigen von ihnen, welche neutral sind oder eine alkalische Beschaffenheit zeigen, wie das Milzbrandgift, das Blatterngift, daß diese im Magen ihre Ansteckungsfähigkeit verlieren, während das Wurstgift, welches sauer reagirt, seine ganze furchtbare Wirkung behält.

Es ist die im Magen stets vorhandene freie Säure, welche die ihr entgegengesetzte chemische Thätigkeit in dem einen

Falle aufhebt, während sie in dem andern die Wirkung verstärkt, oder jedenfalls ihr kein Hinderniß entgegensetzt.

Man hat bei mikroskopischen Untersuchungen in bössartigem faulenden Eiter, in Kuhpockenlymphe u. eigenthümliche, den Blutkugeln ähnliche Bildungen beobachtet; ihr Vorhandensein gab der Meinung Gewicht, daß die Ansteckung von der Entwicklung eines krankhaften organischen Lebens ausgehe; man hat in diesen Formen den lebendigen Samen der Krankheit gesehen.

Diese Ansicht ist keiner Discussion fähig; sie hat die Naturforscher, welche die Erklärungen von Erscheinungen in Formen zu suchen gewohnt sind, dahin geführt, die Hefe, die sich in Biergährung bildet, ebenfalls als belebt zu betrachten, für Pflanzen oder Thiere, die sich von dem Zucker nähren und Alkohol und Kohlensäure als Excremente wieder von sich geben.

Wunderbar und auffallend würde es vielleicht erscheinen, wenn in den Zersetzungsprocessen der Fäulniß und Gährung aus organischen Materien und Theilen von Organen sich Stoffe bilden würden von krystallinischer Structur, Stoffe, die eine geometrische Gestalt besitzen. Wir wissen im Gegentheil, daß der völligen Auflösung in unorganische Verbindungen eine Reihe von Metamorphosen vorhergeht, in welchen sie erst nach und nach ihre Form aufgeben.

In Zersetzung begriffenes Blut kann dem Auge in unveränderter Form erscheinen, und wenn wir in einem flüssigen Contagium die Blutkugeln wieder erkennen, so kann dies höchstens beweisen, daß sie keinen Antheil an dem Zersetzungsproceß genommen haben. Wir können aus Knochen allen phosphorsauren Kalk entfernen, so daß sie durchsichtig und biegsam wie Leder werden, ohne im geringsten ihre

Form zu verlieren. Wir brennen die Knochen weiß zu einem Skelett von phosphorsaurem Kalk, was ganz die Form des Knochens behält. So können in dem Blute Zersetzungsproceſſe vor sich gehen, die sich nur auf einzelne Bestandtheile erstrecken, auf Materien, welche zerstört werden und verschwinden, während durch andere die ursprüngliche Form behauptet wird.

Unter den Contagien giebt es mehrere, die sich durch die Luft fortpflanzen, wo man also gezwungen wäre, einem Gase, einem luftförmigen Körper Leben zuzuschreiben.

Alles, was man als Beweise für ein organisches Leben in den Contagien betrachtet, sind Vorstellungen und Bilder, welche die Erscheinungen versinnlichen, ohne sie zu erklären. Diese Bilder, mit denen man sich in allen Wissenschaften so gern und leicht befriedigt, sie sind die Feinde aller Naturforschung, sie sind der *Fata Morgana* ähnlich, die uns die täuschendste Kunde von See'n, von fruchtbaren Gefilden und Früchten giebt, aber uns verschmachten läßt, wann wir sie am nöthigsten haben.

Es ist gewiß, daß die Wirkungsweise der Contagien auf einer eigenthümlichen Thätigkeit beruht, abhängig von chemischen Kräften, welche in keiner Beziehung steht zu der Lebenskraft, eine Thätigkeit, welche aufgehoben wird durch chemische Actionen, die sich überall äußert, wo sie keinen Widerstand zu überwinden hat; sie giebt sich der Beobachtung durch eine zusammenhängende Reihe von Veränderungen, von Metamorphosen zu erkennen, die sich auf alle Materien, welche fähig sind, eine ähnliche Verwandlung zu erfahren, überträgt.

Eine im Zustande der Zersetzung begriffene thierische Substanz, oder in Folge eines Krankheitsproceſſes im lebenden

Körper aus seinen Bestandtheilen erzeugte Materie überträgt ihren Zustand allen Theilen eines lebenden Individuums, welche fähig sind, eine ähnliche Metamorphose einzugehen, wenn sich ihrer Action in diesen Theilen keine Ursache entgegensetzt, die sie aufhebt und vernichtet.

Es entsteht Krankheit durch Ansteckung.

Die in der entstandenen Krankheit hervorgerufene Metamorphose nimmt eine Reihe von Formen an.

Betrachten wir, um zu einer klaren Anschauung zu gelangen, die Veränderungen, welche ein bei weitem einfacher Körper, der Zucker, durch die Einwirkung ähnlicher Ursachen zu erleiden fähig ist, so wissen wir, daß faulendes Blut, in Metamorphose begriffene Hefe eine Umsezung der Elemente des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bewirken.

Ein in Zersetzung begriffenes Stück Lab veranlaßt eine andere Lagerung der Elemente des Zuckers; ohne daß ein Element hinzutritt oder hinweggenommen wird, verwandelt er sich in Milchsäure. (1 Atom Trauben-Zucker $C_{12} H_{24} O_{12}$ giebt 2 At. Milchsäure = $2(C_6 H_{12} O_6)$).

Lassen wir ihn im Zwiebelsafte, Kunkelrübensafte bei höheren Temperaturen gähren, so erhält man daraus Milchsäure, Mannit und Gummi. Nach der verschiedenen Umsezuungsweise, in der sich die Elemente der Erreger befanden, haben sich also die Elemente des Zuckers in einer eben so verschiedenen Form geordnet, es sind verschiedene Producte entstanden.

Es war der unmittelbare Contact der sich zerlegenden Substanz, welche die Form und Beschaffenheitsänderung der Zuckertheilchen bedingte; entfernen wir sie, so hört damit die Zersetzung des Zuckers auf; ist ihre Metamorphose vollendet und sind noch Zuckertheile übrig, so bleiben diese unzersezt.

Bei keiner der erwähnten Zerlegungsweisen hat sich der Erreger reproducirt, es fehlten unter den Elementen des Zuckers die Bedingungen seiner Wiedererzeugung.

Ähnlich wie Hefe, faulendes Fleisch, in Zerfetzung begriffener Kalbsmagen den Zucker in Zerfetzung brachten, ohne sich selbst wiederzuerzeugen, bringen Miasmen und gewisse Ansteckungsstoffe Krankheiten in dem menschlichen Organismus hervor, in denen sich der Zustand der Zerfetzung, in welchem sie sich befinden, auf gewisse Theile des Organismus überträgt, ohne daß sie in dem Acte der Zerfetzung, in ihrer eigenthümlichen Form und Beschaffenheit wieder gebildet werden.

Die Krankheit selbst ist in diesem Falle nicht ansteckend.

Wenn wir aber Hefe nicht zu reinem Zuckerwasser, sondern zu Bierwürze bringen, welche Zucker und Kleber enthält, so wissen wir, daß der Act der Zerfetzung des Zuckers eine Form und Beschaffenheitsänderung des Klebers bedingt, der Kleber selbst geht einer ersten Metamorphose entgegen; so lange noch gährender Zucker vorhanden ist, wird Kleber in verändertem Zustande, er wird als Hefe abgeschieden, welche wieder fähig ist, frisches Zuckerwasser oder Bierwürze in Gährung zu versetzen. Ist der Zucker verschwunden und noch Kleber vorhanden, so bleibt dieser Kleber, er geht nicht in Hefe über. Die Reproduction des Erregers ist hier abhängig

- 1) von dem Vorhandensein derjenigen Materie, aus der er ursprünglich entstanden ist,
- 2) von der Gegenwart einer zweiten Materie, welche fähig ist, durch Berührung mit dem Erreger in Zerfetzung übergeführt zu werden.

• Wenn wir der Reproduction der Contagien in anstecken-

den Krankheiten den nämlichen Ausdruck unterlegen, so ist vollkommen gewiß, daß sie ohne Ausnahme aus dem Blute entspringen, daß also in dem Blute eines gesunden Menschen derselbe Bestandtheil sich vorfindet, durch dessen Zersetzung der Erreger gebildet werden kann.

Es muß ferner, wenn Ansteckung erfolgt, vorausgesetzt werden, daß das Blut einen zweiten Bestandtheil enthält, welcher fähig ist, durch den Erreger in Zersetzung übergeführt zu werden.

Erst in Folge der Umwandlung dieses zweiten Körpers kann der ursprüngliche Erreger wieder gebildet werden.

Empfänglichkeit für Ansteckung setzt mithin die Gegenwart einer gewissen Quantität dieses zweiten Körpers im Blute eines gesunden Menschen voraus; mit seiner Masse steigt die Empfänglichkeit, die Stärke der Krankheit, mit seiner Abnahme, mit seinem Verschwinden ändert sich ihr Verlauf.

Bringen wir in das Blut eines gesunden Menschen, welcher empfänglich ist für Ansteckung, eine wenn auch nur verschwindend kleine Menge des Ansteckungsstoffs, des Erregers, so wird er sich im Blute wiedererzeugen, ähnlich wie sich Hefe in Bierwürze reproducirt, sein Zustand der Metamorphose wird sich auf den einen Bestandtheil des Blutes übertragen, und in Folge der Metamorphose, die dieser erleidet, wird aus einem andern Bestandtheile des Blutes ein dem Erreger gleicher oder ähnlicher Körper gebildet werden können, dessen Masse beständig zunehmen muß, wenn die weitere Metamorphose des neuerzeugten Erregers langsamer erfolgt, als die Verbindung im Blute, die er zur Zersetzung bringt.

Ginge z. B. die Metamorphose der wiedererzeugten Hefe in der Gährung der Bierwürze mit eben der Schnelligkeit vor sich, wie die der Zuckertheilchen, so würden, nach Voll-

endung aller Gährung, beide mit und neben einander verschwinden, die der Hefe bedarf aber einer weit längern Zeit, es bleibt davon, wenn aller Zucker verschwunden ist, eine weit größere Menge, als zuvor, in unaufhörlich weiter fortschreitender Metamorphose, d. h. mit ihrer ganzen Wirkungsweise, zurück.

Die Zerzeugung, in der sich ein Bluttheilchen befindet, theilt sich einem zweiten und folgenden, zuletzt allen im ganzen Körper, sie theilt sich einem gesunden Bluttheilchen eines zweiten, dritten Individuums *ic.* mit, d. h. sie veranlaßt in diesen die Entstehung derselben Krankheit.

Die Existenz von einer großen Anzahl besonderer Materien in dem Blute verschiedener Menschen, in dem Blute eines einzelnen Menschen in den verschiedenen Perioden seiner Entwicklung, in den Thieren kann nicht geleugnet werden.

In dem Kindesalter, in der Jugend enthält das Blut eines und desselben Individuums wechselnde Mengen von Substanzen, die in einem andern Stadium fehlen, die Empfänglichkeit für Ansteckung durch eigenthümliche Erreger im Kindesalter setzt nothwendig eine Fortpflanzung, eine Wiederzeugung dieser Erreger in Folge der Metamorphose vorhandener Stoffe voraus; wenn sie fehlen, kann keine Ansteckung erfolgen. Die Krankheitsform heißt gutartig, wenn die Metamorphosen zweier für das Leben unwesentlicher Bestandtheile des Körpers sich neben einander vollenden, ohne daß andere an der Zerzeugung Antheil nehmen; sie heißt bössartig, wenn sie sich auf Organe fortpflanzt, wenn diese daran Antheil nehmen.

Ein Stoffwechsel in der Substanz der vorhandenen Organe, ein Uebergang der Nahrung in Fett, Muskelfaser, Nervenz-, Gehirns substanz, zu Knochen, Haaren *ic.*, ohne gleichzeitige Bil-

dung von neuen Verbindungen, welche durch die Organe der Secretion wieder aus dem Körper entfernt werden, ist nicht denkbar.

In einem erwachsenen Menschen sind diese Secretionen von wenig wechselnder Beschaffenheit und Quantität; alle seine Theile sind völlig ausgebildet, was er aufnimmt, dient nicht zur Vermehrung seiner Masse, sondern lediglich nur zum Ersatz des verbrauchten Stoffs, denn jede Bewegung, jede Kraftäußerung, jede organische Thätigkeit wird bedingt durch Stoffwechsel, durch eine neue Form, welche seine Bestandtheile annehmen *).

In dem kindlichen Alter kommt zu dieser normalen Thätigkeit der Erhaltung eine abnorme Thätigkeit der Zunahme und Vermehrung der Masse des Körpers, eines jeden einzelnen seiner Theile; es müssen in dem jugendlichen Körper eine weit größere Menge von fremden, dem Organismus nicht angehörigen Stoffen vorhanden sein, welche durch das Blut in alle seine Theile verbreitet werden.

Bei normaler Thätigkeit der Secretionsorgane werden sie aus dem Körper entfernt, durch jede Störung der Functionen derselben müssen sie im Blute, oder in einzelnen Theilen des Körpers sich anhäufen. Die Haut, die Lunge oder andere Organe übernehmen die Function der kranken Secretionsapparate, und sind die abgeschiedenen Stoffe in dem Zustande einer fortschreitenden Metamorphose begriffen, so heißen sie ansteckend; sie sind alsdann fähig, in einem andern

*) Die Versuche von Barruel über die außerordentliche Verschlebeinheit von Gerüchen, die sich aus Blut entwickeln, dem man etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, beweisen jedenfalls die Existenz besonderer Materien in verschiedenen Individuen; das Blut eines blonden Menschen glebt einen andern Geruch, als das eines braunen, das Blut verschiedener Thiere weicht in dieser Beziehung sehr bemerkbar von dem der Menschen ab.

gesunden Organismus den nämlichen Krankheitszustand hervorzurufen, aber nur dann, wenn dieser empfänglich dafür ist, d. h. wenn er eine Materie enthält, welche den nämlichen Zersetzungsproceß erleiden kann.

Die Erzeugung von Materien dieser Art, welche den Körper empfänglich für Ansteckung machen, können durch die Lebensweise, durch Nahrung bedingt werden; ein Uebermaß von kräftigen und gesunden Speisen wird eben so gut sich dazu eignen, wie Mangel, Schmutz, Unreinlichkeit und der Genuß von verdorbenen Nahrungsmitteln.

Alle diese Bedingungen zur Ansteckung müssen als zufällig angesehen werden, ihre Bildung, ihre Anhäufung im Körper kann verhütet, sie können aus dem Körper entfernt werden, ohne seine Hauptfunctionen, ohne die Gesundheit zu stören, ihre Gegenwart ist nicht nöthig zum Leben.

Die Wirkung und Erzeugung von Contagien ist nach dieser Ansicht ein chemischer Proceß, welcher vor sich geht im lebenden Körper, an welchem alle Materien im Körper, alle Bestandtheile derjenigen Organe Antheil nehmen, in denen die Lebenskraft die einwirkende chemische Thätigkeit nicht überwältigt, er verbreitet sich demnach entweder durch alle Theile des Körpers, oder beschränkt sich lediglich auf gewisse Organe; die Krankheit ergreift je nach der Schwäche oder der Intensität des Widerstandes alle Organe, oder nur einzelne Organe.

In der abstract chemischen Bedeutung setzt die Wiedererzeugung eines Contagiums eine Materie voraus, welche gänzlich zerlegt wird, und eine zweite, welche durch den Act der Metamorphose der ersten in Zersetzung übergeht. Diese im Zustande der Zersetzung begriffene zweite Materie ist das regenerirte Contagium.

Die zweite Materie ist unter allen Umständen ursprünglich ein Bestandtheil des Blutes gewesen, die erste kann ein zufälliger oder ein zum Leben ebenfalls nothwendiger sein.

Sind beide Bestandtheile zur Unterhaltung der Lebensfunctionen gewisser Hauptorgane unentbehrlich, so endigt sich die Metamorphose mit dem Tode.

Wird hingegen durch die Abwesenheit des zerstörten einen Bestandtheils des Blutes den Functionen der wichtigsten Organe keine unmittelbare Grenze gesetzt, dauern sie fort, wenn auch in anormalem Zustande, so erfolgt Reconvalescenz; die noch vorhandenen Producte der Metamorphose des Blutes werden in diesem Falle zur Assimilation selbst verwendet, es entstehen in diesem Zeitpunkte Secretionen von besonderer Beschaffenheit.

Ist der zerstörte Bestandtheil des Blutes ein Product einer anormalen Lebensweise, gehört seine Erzeugung nur einem gewissen Alter an, so hört mit seinem Verschwinden die Empfänglichkeit für Ansteckung auf.

Die Wirkungsweise der Kuhpocken-Materie beweist, daß ein zufälliger Bestandtheil des Blutes in einem besondern Zerfetzungsproceß zerstört wird, sie bewirkt, dem Blute eingepfist, eine Metamorphose desselben, an der die anderen Bestandtheile keinen Antheil nehmen.

Wenn man sich an die Wirkungsweise der Unterhefe (s. S. 412) erinnert, so kann man kaum über die der Kuhpockenlymphe zweifelhaft sein.

Die Unterhefe und Oberhefe stammen beide aus Kleber, ähnlich wie die Kuhpocken-Materie und das Blatterngift beide aus dem Blute entspringen.

Die Oberhefe und das Blatterngift bewirken beide eine stürmische tumultuarische Metamorphose, die erstere in Pflan-

zen säften, das andere im Blute, die ihre Bestandtheile enthalten, sie erzeugen sich beide mit allen ihren Eigenschaften wieder.

Die Unterhese wirkt lediglich nur auf den Zucker, sie veranlaßt eine ausnehmend verlangsamte Zersetzung desselben, eine Metamorphose, an welcher der Kleber keinen Antheil nimmt; nur insofern die Luft dabei einwirkt, erleidet dieser eine neue Form und Beschaffenheitsänderung, in Folge welcher sie ebenfalls wieder mit allen ihren Eigenschaften gebildet wird.

Ähnlich wie die Wirkungsweise der Unterhese muß die der Kuhpocken=Materie sein; ein Bestandtheil des Blutes geht durch sie in Zersetzung über, aus einem zweiten erzeugt sie sich wieder, aber in einer durchaus geänderten Zersetzungsweise; das Product besitzt die milde Form, alle Eigenschaften der Kuhpockenlymphe.

Die Empfänglichkeit für Ansteckung durch Blatterngift muß nach der Einimpfung der Kuhpocken aufhören, eben weil durch einen künstlich erregten, besondern Zersetzungsproceß diejenigen Materien zerstört und entfernt worden sind, deren Vorhandensein die Empfänglichkeit bedingte. Sie kann sich in dem nämlichen Individuum wieder erzeugen, es kann wieder empfänglich für Ansteckung werden, und eine zweite und dritte Impfung vermag ihn wieder zu entfernen.

In keinem Organe pflanzen sich chemische Actionen leichter und schneller fort als in der Lunge, keine Art von Krankheiten findet sich häufiger und ist gefährlicher, als die Lungenkrankheiten.

Wenn man annimmt, daß im Blute die chemische Action und die Lebenskraft sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, so ist es als gewiß zu betrachten, daß in der Lunge selbst,

in welcher Luft und Blut sich unmittelbar berühren, der chemische Proceß bis zu einem gewissen Grade das Uebergewicht behauptet, denn das Organ selbst ist von der Natur dazu eingerichtet, um ihn zu begünstigen; er setzt der Veränderung, die das venöse Blut erleidet, keinen Widerstand entgegen.

Durch die Bewegung des Herzens wird der Contact der Luft mit dem venösen Blute auf eine außerordentlich kurze Zeit beschränkt, jeder fernern bis über einen bestimmten Punkt hinaus sich erstreckenden Störung wird durch rasche Entfernung des arteriellen Blutes vorgebeugt.

Eine jede Störung der Functionen des Herzens, eine jede, wenn auch schwache chemische Action von außen veranlaßt eine Aenderung in dem Respirationsproceß, selbst feste Substanzen, Staub von vegetabilischen (Mehl), thierischen (Wollfasern) und anorganischen Materien, sie wirken auf dieselbe Weise, wie wenn sie in eine gesättigte, im Krystallisiren begriffene Flüssigkeit gebracht werden, sie veranlassen eine Ablagerung von festen Stoffen aus dem Blute, durch welche die Einwirkung der Luft gehindert wird.

Gelangen gasförmige, in Zersetzung begriffene Substanzen, oder solche, welche eine chemische Action ausüben, wie Schwefelwasserstoffsäure, Kohlensäure u. in die Lunge, so stellt sich ihnen in diesem Organe weniger als in irgend einem andern, ein Widerstand entgegen. Der chemische Proceß der Verwesung, welcher in der Lunge vor sich geht, wird gesteigert durch alle in Fäulniß und Verwesung begriffene Materien, durch Ammoniak und Alkalien; er wird vermindert durch empyreumatische flüchtige Substanzen, ätherische Oele, durch Säuren. Schwefelwasserstoffsäure zerlegt das Blut augenblicklich, schweflige Säure verbindet sich mit der Substanz der Häute, Zellen und Membranen.

Nimmt durch den Contact mit einer in Zersetzung begriffenen Materie der Respirationsproceß eine andere Richtung an, überträgt sich die Zersetzung, die sie erleidet, der Blutmasse selbst, so erfolgt Krankheit.

Ist die in Zersetzung begriffene Materie Product einer Krankheit, so heißt sie ebenfalls Contagium, ist sie das Product von Fäulniß und Verwesung thierischer und vegetabilischer Substanzen, wirkt sie durch ihren chemischen Charakter (also nicht durch ihren Zustand), indem sie eine Verbindung eingeht oder eine Zersetzung veranlaßt, so heißt sie Miasma.

Ein gasförmiges Contagium ist ein Miasma, was aus dem lebenden Blute stammt und fähig ist, im lebenden Blute sich wieder zu erzeugen.

Ein Miasma bewirkt Krankheit, ohne sich zu reproduciren.

Alle Beobachtungen, die man über gasförmige Contagien gemacht hat, beweisen, daß sie ebenfalls Materien sind, die sich in einem Zustande der Zersetzung befinden. Auf Gefäße, die mit Eis angefüllt sind, schlägt sich an der Außenseite aus der Luft, welche gasförmige Contagien enthält, Wasser nieder, welches gewisse Mengen darin gelöst enthält. Dieses Wasser ändert seinen Zustand in jedem Zeitmomente, es trübt sich und geht, wie man gewöhnlich sagt, in Fäulniß über, oder was ohne Zweifel richtiger ist, der Zustand der Zersetzung, in dem sich der gelöste Ansteckungsstoff befindet, vollendet sich in dem Wasser.

Alle Gase, die sich aus faulenden thierischen und vegetabilischen Materien, die sich in Krankheitsprocessen entwickeln, besitzen gewöhnlich einen eigenthümlich widrigen, unangenehmen oder stinkenden Geruch, der in den meisten Fällen das Vorhandensein einer Materie beweist, die sich im Zustande

der Zersetzung, d. h. einer chemischen Action befindet. Das Riechen selbst kann in vielen Fällen als die Reaction der Geruchsnerven betrachtet werden, als der Widerstand, den die Lebensthätigkeit der chemischen Action entgegensetzt.

Eine Menge von Metallen geben beim Reiben Geruch, aber keins von denen, die wir edle nennen, d. h. welche in Luft bei Gegenwart von Feuchtigkeit keine Veränderung erleiden; Arsenik, Phosphor, Leinöl, Citronöl, Terpentinöl, Nautenöl, Pfeffermünzöl, Moschus u. riechen nur im Acte ihrer Verwesung. (Drydation bei gewöhnlicher Temperatur.)

So verhält es sich denn mit allen gasförmigen Contagien; sie sind mehrentheils begleitet von Ammoniak, was man in vielen Fällen als den Vermittler der Gasform des Contagiums betrachten kann, so wie es der Vermittler ist des Geruches von zahllosen Substanzen, die an und für sich nur wenig flüchtig, von vielen, die geruchlos sind. (Robinet in den Ann. de chim. et de phys. XV. 27.)

Das Ammoniak ist der Begleiter der meisten Krankheitszustände; es fehlt nie bei denen, in welchen sich Contagien erzeugen; es ist ein nie fehlendes Product aller im Zustande der Zersetzung sich befindenden thierischen Stoffe. In allen Krankenzimmern, vorzüglich bei ansteckenden Krankheiten, läßt sich die Gegenwart des Ammoniaks nachweisen; die durch Eis verdichtete Feuchtigkeit der Luft, welche das flüchtige Contagium enthält, bringt in Sublimatlösung einen weißen Niederschlag hervor, gerade wie dies durch Ammoniakauflösung geschieht. Das Ammoniaksalz, was man aus dem Regenwasser nach Zusatz von Säuren und Verdampfen enthält, entwickelt, wenn man durch Kalk das gebundene Ammoniak wieder austreibt, den unverkennbarsten Leichengeruch oder den Geruch, der den Miststätten eigenthümlich ist.

Durch Verdampfen von Säuren in einer Luft, welche gasförmige Contagien enthält, neutralisiren wir das Ammoniak; wir hindern die weitere Zersetzung und heben die Wirkung des Contagiums, seinen Zustand der Zersetzung, gänzlich auf. Salzsäure und Essigsäure, in manchen Fällen Salpetersäure, sind allen anderen vorzuziehen.

Chlor, was das Ammoniak und organische Materien so leicht zerstört, hat auf die Lunge einen so nachtheiligen und schädlichen Einfluß, daß man es zu den giftigsten Stoffen zu rechnen hat, welches nie an Orten, wo Menschen athmen, in Anwendung kommen darf.

Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, die sich häufig aus der Erde, in Kloaken entwickeln, gehören zu den schädlichsten Miasmen. Die erstere kann durch Alkalien, der Schwefelwasserstoff durch Verbrennen von Schwefel (Schweflige Säure) oder durch Verdampfen von Salpetersäure auf's vollständigste aus der Luft entfernt werden.

Für die Physiologie und Pathologie, namentlich in Beziehung auf die Wirkungsweise von Arzneimitteln und Giften, ist das Verhalten mancher organischer Verbindungen beachtenswerth und bedeutungsvoll.

Man kennt mehrere, dem Anscheine nach ganz indifferente Materien, die bei Gegenwart von Wasser nicht mit einander zusammengebracht werden können, ohne eine vollständige Metamorphose zu erfahren; alle Substanzen, die eine solche gegenseitige Zersetzung auf einander ausüben, gehören zu den zusammengesetztesten Atomen.

Amygdalin z. B. ist eine völlig neutrale, schwach bittere, im Wasser leicht lösliche Substanz; es ist ein Bestandtheil der bitteren Mandeln; wenn es mit einem in Wasser gelösten Bestandtheil der süßen Mandeln, dem Synaptas, bei

Gegenwart von Wasser zusammengebracht wird, so verschwindet es völlig ohne Gasentwicklung; in dem Wasser findet sich jetzt freie Blausäure, Benzoylwasserstoff (stickstoffreies Bittermandelöl), eine besondere Säure und Zucker, lauter Substanzen, die nur ihren Bestandtheilen nach in Amygdalin vorhanden waren; dasselbe geschieht, wenn die bitteren Mandeln, welche den nämlichen weißen Stoff wie die süßen enthalten, zerrieben und mit Wasser befeuchtet werden. Daher kommt es denn, daß die Kleie von bitteren Mandeln, nach vorangegangener Behandlung mit Weingeist, bei der Destillation mit Wasser kein blausäurehaltiges Bittermandelöl mehr giebt; denn derjenige Körper, der zur Entstehung dieser flüchtigen Materien Veranlassung giebt, löst sich ohne Veränderung in Weingeist auf, er ist aus der Kleie hinweggenommen worden. Die zerriebenen bitteren Mandeln, einmal mit Wasser befeuchtet, liefern kein Amygdalin mehr; es ist gänzlich zersezt worden.

In dem Samen von *Sinapis alba* und *nigra* giebt der Geruch keine flüchtigen Materien zu erkennen. Beim Auspressen erhält man daraus ein fettes Del von mildem Geschmack, in dem man keine Spur einer scharfen oder flüchtigen Substanz nachweisen kann; wird der Samen zerrieben und mit Wasser destillirt, so geht mit den Wasserdämpfen ein flüchtiges Del von großer Schärfe über; wenn er aber, vor der Berührung mit Wasser, mit Alkohol behandelt wird, so erhält man aus dem Rückstande kein flüchtiges Del mehr; in dem Alkohol findet sich eine krystallinische Materie, das Sinapin, und mehrere andere nicht scharfe Körper, durch deren Contact mit Wasser und dem eiweißartigen Bestandtheile des Samens das flüchtige Del gebildet wurde.

Körper, welche die anorganische Chemie absolut indifferent

nennt, indem sie keinen hervorstechenden chemischen Charakter besitzen, bringen, wie diese Beispiele ergeben, bei ihrem Contact mit einander eine gegenseitige Zersetzung hervor; ihre Bestandtheile ordnen sich auf eine eigenthümliche Weise zu neuen Verbindungen; ein complexer Atom zerfällt in zwei und mehrere minder complexe, durch eine bloße Störung in der Anziehung seiner Elemente.

Ein gewisser Zustand in der Beschaffenheit der weißen, dem geronnenen Eiweiß ähnlichen Bestandtheile der Mandeln und des Senfs ist eine Bedingung ihrer Wirksamkeit auf Amygdalin und auf die Bestandtheile des Senfs, woraus sich das flüchtige scharfe Del bildet.

Werfen wir zerriebene und geschälte süße Mandeln in siedendes Wasser, behandeln wir sie mit kochendem Weingeist oder mit Mineralsäuren, bringen wir sie mit Quecksilbersalzen in Berührung, so wird ihr Vermögen, in dem Amygdalin eine Zersetzung zu bewirken, völlig vernichtet. Das Synaptas ist ein stickstoffreicher Körper, welcher sich, im Wasser gelöst, nicht aufbewahren läßt; sehr rasch trübt sich die Auflösung, setzt einen weißen Niederschlag ab und nimmt einen Fäulnißgeruch an.

Es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß der eigenthümliche Zustand der Umsetzung der Bestandtheile des im Wasser gelösten Synaptas die Ursache der Zersetzung des Amygdalins, der Bildung von neuen Producten ist; seine Wirkung ist der des Labs auf Zucker in dieser Beziehung außerordentlich ähnlich.

Das Gerstenmalz, gefeimte Samen von Getreidearten überhaupt enthalten eine während des Keimungsprocesses aus dem Kleber gebildete Substanz, die Diastase, welche mit Amylon und Wasser bei einer gewissen Temperatur, ohne

eine Aenderung in dem Amylon zu bewirken, nicht zusammengebracht werden kann.

Streuet man gemahlenes Gerstenmalz auf warmen Stärkekleister, so wird er nach einigen Minuten flüssig wie Wasser; die Flüssigkeit enthält jetzt eine dem Gummi in vielen Eigenschaften ähnliche Substanz; bei etwas mehr Malz und länger dauernder Erhitzung nimmt die Flüssigkeit einen süßen Geschmack an, alle Stärke findet sich in Traubenzucker verwandelt.

Mit der Metamorphose der Stärke haben sich aber die Bestandtheile der Diastase ebenfalls zu neuen Verbindungen umgesetzt.

Die Verwandlung aller stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel in Traubenzucker, welche in der zutrigen Harnruhr (Diabetes mellitus) vor sich geht, setzt das Vorhandensein einer Materie, eines Bestandtheils, oder der Bestandtheile eines Organs voraus, die sich im Zustande einer chemischen Action befinden, im Zustande einer Thätigkeit, der die Lebenskraft im kranken Organ keinen Widerstand entgegensetzt. Die Bestandtheile des Organs müssen gleichzeitig mit dem Stärkemehl eine fortdauernde Aenderung erleiden; je mehr wir von dem letztern zuführen, desto stärker und intensiver wird die Krankheit; führen wir ausschließlich nur solche Nahrungstoffe zu, welche durch die nämliche Ursache keine Metamorphose erleiden, steigern wir durch Reizmittel und kräftige Speisen die Lebensthätigkeit, so gelingt es zuletzt, die freie chemische Action zu überwältigen, d. h. die Krankheit zu heben.

Die Verwandlung der Stärke in Zucker kann ebenfalls durch reinen Kleber, sie kann bewirkt werden durch verdünnte Mineralsäuren.

Ueberall sieht man, daß in complexen organischen Atomen

die mannichfaltigsten Umsetzungen, Zusammensetzungs- und Eigenschafts-Änderungen durch alle Ursachen, welche eine Störung in der Anziehung ihrer Elemente veranlassen, bewirkt werden können.

Bringen wir feuchtes Kupfer in Luft, welche Kohlensäure enthält, so wird durch den Contact mit dieser Säure die Verwandtschaft des Metalls zu dem Sauerstoff der Luft in dem Grade gesteigert, daß sich beide mit einander verbinden, seine Oberfläche bedeckt sich mit grünem kohlen-sauren Kupferoxyd. Zwei Körper, welche die Fähigkeit haben, sich zu verbinden, nehmen aber entgegengesetzte Elektricitäts-Zustände an in dem Moment, wo sie sich berühren.

Berühren wir das Kupfer mit Eisen, so wird durch Erregung eines besondern Elektricitäts-Zustandes die Fähigkeit des Kupfers vernichtet, eine Verbindung mit dem Sauerstoff einzugehen; es bleibt unter gleichen Bedingungen blank.

Setzen wir ameisen-saures Ammoniak einer Temperatur von 180° aus, so wird die Stärke und Richtung der chemischen Anziehungen der Bestandtheile dieser Verbindung geändert; es werden die Bedingungen geändert, unter welchen Ameisen-säure und Ammoniak die Fähigkeit erhielten, zu einem Körper mit den besondern Eigenschaften zusammenzutreten, welche das ameisen-saure Ammoniak charakterisiren; seine Elemente ordnen sich bei 180° in Folge der Störung durch die Wärme auf eine neue Weise, es entsteht Wasser und Blausäure.

Eine bloße mechanische Bewegung, Reibung und Stoß reichen hin, um die Bestandtheile der fulminirenden Silber- und Quecksilber-Verbindungen zu einer Umsetzung, zu einer neuen Ordnung zu bringen, um in einer Flüssigkeit die Bildung von neuen Verbindungen zu veranlassen.

Ähnlich wie die Elektrizität und Wärme auf die Aeußerung der chemischen Verwandtschaft einen bestimmbareren Einfluß äußert, ähnlich wie sich die Anziehungen, welche Materien zu einander haben, zahllosen Ursachen unterordnen, die den Zustand dieser Materien, die die Richtung ihrer Anziehungen ändern, auf eine ähnliche Weise ist die Aeußerung der chemischen Thätigkeiten in dem lebenden Organismus abhängig von der Lebenskraft.

Die Fähigkeit der Elemente, zu den eigenthümlichen Verbindungen zusammenzutreten, welche in Pflanzen und Thieren erzeugt werden, die Fähigkeit war chemische Verwandtschaft, aber die Ursache, welche sie hinderte, sich nach dem Grade der Anziehung, die sie unter anderen Bedingungen zu einander haben, mit einander sich zu vereinigen; die Ursache also, die ihre eigenthümliche Ordnung und Form in dem Körper bedingte, dies war die Lebenskraft.

Nach der Hinwegnahme, mit dem Aufhören der Bedingung ihrer Entstehung, der Ursache, die ihr Zusammentreten beherrschte, mit dem Verlöschen der Lebensthätigkeit behaupten die meisten organischen Atome ihren Zustand, ihre Form und Beschaffenheit nur in Folge des Beharrungsvermögens; ein großes umfassendes Naturgesetz beweist, daß die Materie in sich selbst keine Selbstthätigkeit besitzt; ein in Bewegung gesetzter Körper verliert seine Bewegung nur durch einen Widerstand; es muß auf jeden ruhenden Körper eine äußere Ursache einwirken, wenn er sich bewegen, wenn er irgend eine Thätigkeit darbieten soll.

In den complexen organischen Atomen, in Verbindungen so zusammengesetzter Art, deren Bildung auf gewöhnliche Weise sich zahllose Ursachen entgegensetzen, bei diesen veranlassen gerade diese zahllosen Ursachen eine Veränderung und

Zerfegung, wenn sich ihrer Wirkungsweise die Lebenskraft nicht mehr entgegensetzt. Berührung mit der Luft, die schwächste chemische Action bewirken eine Veränderung; ein jeder Körper, dessen Theile sich im Zustande der Bewegung, der Umsezung befinden, die Berührung damit, reicht in vielen Fällen schon hin, um den Zustand der Ruhe, das statische Moment der Anziehung ihrer Bestandtheile aufzuheben. Eine unmittelbare Folge davon ist, daß sie sich nach dem verschiedenen Grade ihrer Anziehung ordnen, d. h. es entstehen neue Verbindungen, in welchen die chemische Kraft vorherrscht, in welcher sie sich jeder weitem Störung durch die nämliche Ursache entgegensetzt, neue Producte, in welchen die Bestandtheile, in einer andern Ordnung vereinigt, der einwirkenden Thätigkeit eine Grenze, oder, unter gegebenen Bedingungen, einen unüberwindlichen Widerstand entgegensetzen.

A n h a n g.

(Zur Seite 434.)

Einige Kartoffeln, welche mehrfach in Papier eingewickelt in einer Schachtel verschlossen, an einem ganz dunkeln, mäßig warmen Orte des hiesigen Laboratoriums lagen, fanden sich im März 1843 in einem Neze von zwei Linien dicken, 10—15 Zoll langen Trieben (s. g. Kartoffelkeimen) umgeben, an denen sich mehrere hunderte kleine $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Zoll dicke neue Kartoffelknollen angelegt hatten; die Triebe und Knollen besaßen eine weiße Farbe und es war kein Zeichen von Blättern oder Blätterfäden daran vernehmbar. Durch ein Mikroskop zeigten sich die Zellen der Mutterkartoffel in der Nähe der äußern Schale noch theilweise mit Stärkemehlkörnchen angefüllt, in der Mitte waren sie ganz leer, die Masse elastisch und weich, wie etwa nasses Hollundermark. Die Triebe, sowie die Zellen der jungen Knollen, frosteten von Amylon.

Die Entwicklung dieser Triebe und die Bildung dieser jungen Knollen auf Kosten der Bestandtheile der Mutterkartoffel. versinnlichen die Bildung und Ernährung der Pilze; es ist die vorhandene organische Substanz, welche durch die im Keime thätige Kraft eine neue von ihm ausgehende Form erhält; von einer Ernährung, wie bei den anderen Pflanzen, von einer Zufuhr von Nahrungstoff von außen,

aus der Luft oder dem Boden kann hier keine Rede sein; sowie sich nun die Bestandtheile der alten Kartoffel in den Trieben und Keimen der jungen in ihrer Zusammensetzung unverändert wiederfinden, so gestaltet sich auf einer, im Zustande der Fäulniß oder Verwesung befindlichen Pflanzen- oder Thiersubstanz, bei Vorhandensein eines Keimes oder Samens, ein Pilz, in welchen die Bestandtheile dieses organischen Körpers oder die Producte seiner Fäulniß gerade so übergehen, wie die innere Masse der Mutterkartoffel in die Keime und Triebe der jungen Knollen. Zu diesem Uebergang gehört die organische Kraft allein, und Licht und andere Bedingungen des Pflanzenlebens können gänzlich ausgeschlossen sein.

Vergleichung von Feldmaßen in verschiedenen europäischen Staaten.

Großh. Heffen. Morgen = 400 □ Rtr	Baden. Morgen*) = 400 □ Ruth	Batarn. Tagewerk = 400 □ Ruth	England Acre = 160 □ Ruth	Stantf- reich. Hectare = 100 □ Dec.	Stantf- furta. M. Morgen = 160 □ Ruth	Deffer- reich. Wiener Joch = 1600 □ Rtr	Preußen Morgen = 180 □ Ruth	Sachsen. Morgen = 300 □ Ruth	Würt- temberg. Morgen = 360 □ Ruth
1	0,694	0,733	0,617	0,250	1,234	0,434	0,980	0,452	0,794
1,440	1	1,057	0,890	0,360	1,780	0,625	1,410	0,650	1,142
1,364	0,946	1	0,842	0,341	1,684	0,592	1,334	0,616	1,081
1,620	1,124	1,188	1	0,405	1,999	0,703	1,585	0,731	1,284
4	2,778	2,935	2,471	1	4,942	1,737	3,917	1,807	3,173
0,810	0,563	0,594	0,500	0,203	1	0,352	0,792	0,365	0,642
2,304	1,599	1,689	1,422	0,576	2,844	1	2,254	1,040	1,826
1,020	0,709	0,749	0,631	0,255	1,262	0,444	1	0,461	0,810
2,212	1,537	1,624	1,368	0,553	2,736	0,962	2,168	1	1,756
1,260	0,875	0,925	0,779	0,315	1,558	0,548	1,234	0,569	1

*) Der badische Morgen ist gleichbedeutend mit dem Schmeizer Suchart.



