

www.e-rara.ch

Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie

**Liebig, Justus von
Braunschweig, 1843**

ETH-Bibliothek Zürich

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-99239>

Die Wechselwirthschaft.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

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 (Chosslet, 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 Runkelrüben 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 Runkelrübe 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 Pflanzensibrin, in den Erbsen, Bohnen, Linsen, Casein, in den Samen der Oelpflanzen, Albumin und eine dem Casein sehr ähnliche Materie.

Das Pflanzensibrin der Getreidesamen ist begleitet von Amylon, der nämliche Körper ist ein Bestandtheil der Samenslappen 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 Ausschüttung 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 Kohlensäure absorbiren, welche durch die Einwirkung des Lichtes unaufhörlich zerlegt wird. In der Zeit der hergestellten Saftcirculation wäre der Kohlenstoff dieser Kohlensäure 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 Dels 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 Kohlensäure 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 Aufsaugung und Assimilation der Kohlensäure 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 Kohlenensäure assimiliere, daß diese Kohlenensäure in ihrem Organismus die Form von Weinsäure, Traubensäure, Citronensäure lediglich deshalb annehmen soll, um als letzter Zweck wieder in Kohlenensäure 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 hier nach nicht unmittelbar, nicht sprungweise aus dem Kohlenstoff der Kohlenensäure 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 Dralsäure in den Ruchererbsen, 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	
kiesel 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. Eisenoryd	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 Landwirtschaft 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 vorgesezten 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 *).

*) Dralsäure, 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.

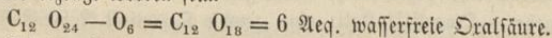
Wir müssen voraussetzen, daß die kleinsten Theilchen der Producte,

Ein jeder Theil und Bestandtheil des Körpers stammt von den Pflanzen ab. Durch den Organismus der Pflan-

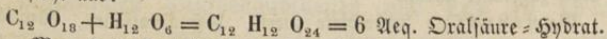
welche aus der Kohlensäure gebildet worden sind, der in der lebendigen Pflanze auf sie einwirkenden Thätigkeit sich eben so unterordnen, wie die kleinsten Theilchen der Kohlensäure selbst, daß also der Kohlenstoff der Dralsäure, Weinsäure u. s. w. die Fähigkeit besitzen muß, zu einem Bestandtheil eines 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.

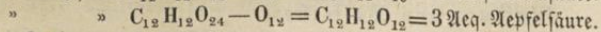
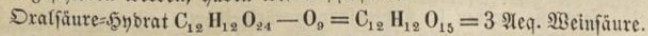


Die Dralsäure existirt nicht im wasserfreien Zustande. Als Dralsäure-Hydrat enthält sie 1 Aeq. Wasser, das Kali-, Kalk- und Magnesiakalz enthalten ebenfalls Wasser. Das Dralsäure-Hydrat besteht aus:

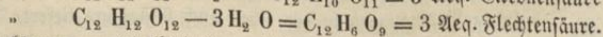
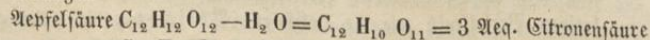


Man beobachtet leicht, daß Kohlensäure und Dralsäure-Hydrat eine gleiche Menge Sauerstoff enthalten. Wir können uns deshalb Dralsäure-Hydrat entstanden denken aus Kohlensäure, in deren Zusammensetzung eine gewisse Menge Wasserstoff aufgenommen worden ist.

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.

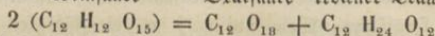


Wir können nun die Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure betrachten

zen werden die Verbindungen gebildet, welche zur Blutbildung dienen, es kann keinem Zweifel unterliegen, daß in

als Verbindungen von Dralsäure mit Zucker, mit Gummi, mit Holzfaser, oder den Elementen derselben:

Weinsäure Dralsäure 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.

G a y = L u s s a c beobachtete zuerst, daß Dralsäure, Weinsäure, Citronensäure, Zucker, Holzfaser u. s. w. durch Berührung mit Alkali in einer höhern Temperatur wieder zurückgeführt werden in Kohlenensäure.

Diese Zersetzungsweise 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 Dralsäure, Weinsäure u. s. w. in Folge einer Abscheidung von Sauerstoff.

In dem genannten chemischen Proceße treten zu den Elementen der Dralsäure, Weinsäure u. s. w. die Elemente des vorhandenen Wassers, sie werden in Kohlenensäure zurückgeführt in Folge einer Abscheidung von Wasserstoff.

Ohne alle Gasentwicklung spaltet sich bei Gegenwart eines Alkalis die Weinsäure und Citronensäure schon bei einer Temperatur von 200 Graden in Dralsäure, 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 (Pellgot), die unter ganz ähnlichen Bedingungen in der That auch Essigsäure liefert.

Diese Zersetzungsweise 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 Runkelrüben enthält das vegetabilische Albumin, begleitet von Salzen mit alkalischen

miser dahin geführt, fertig gebildete Drallsäure 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 aufs 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 verbrennt, diese Asche sodann mit Wasser auslaugt, so erhält man eine alkalisch reagirende Flüssigkeit, welche kein kohlen-saures Alkali enthält, die also mit Säuren nicht im mindesten aufbraust; diese Blut-asche besteht aus wechselnden Mengen:

- von phosphorsauren Alkalien,
- » phosphorsaurem Kalk,
- » phosphorsaure Bittererde,
- » basisch phosphorsaurem Eisenoryd,
- » Kochsalz,
- » schwefelsauren Alkalien.

Die Asche der Samen enthält:

	des Rothweizens	des weißen Weizens	Roggens	Erbsen	Saubohnen (vicia faba).
	(Fresenius)	(Will)	(Fresenius)	(Will)	(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
phosphor. Bittererde	19,61	— 32,96	— 26,91	— 13,78	— 19,11
phosphor. Eisenoryd	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 zweibassige enthalten und berechnet. Wie man leicht bemerkt, kann keine der Samen-Aschen mit Säuren aufbrausen, weil sie, wie die Blutasche, kein kohlensaures Alkali enthält, die Salze des Blutes sind ganz die nämlichen, wie die der Samen. Bleibt die Asche des Blutes oder der Erbsen und Saubohnen an der feuchten Luft liegen, so zieht sie Kohlenensäure an, das dreifach basische phosphorsaure Salz mit alkalischer Basis giebt den dritten Theil seiner Basis an die Kohlenensäure ab und verwandelt sich in zweifach basisches.

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 Aufbau der andern, die ihm eine kleinere Menge phosphoraurer 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 Nahrungsstoffen, 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 Nahrungsstoffen 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 aufs 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 Gartenerfse (*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 weiteren Ausbildung nicht mehr hinreichen, so fangen sie an zu schwächen, 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 gesät, entwickelt sich ganz nor-

*) Dieser Sand enthielt in 1000 Theilen:

979,00 Kieselerde,

3,20 Kali,

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 Volstorf 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 auf's 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 Samenkapseln 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 Feuchtigkeits- und Luftzugänglichkeit 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, ergibt 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 Jarrenkraut 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 458 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 zusammengekommen 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 &c. 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 einteilen in Kalypflanzen, 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, einteilen. Es sind dies ge-

rade die Bestandtheile, die sie zu ihrer Entwicklung in reichlichster Menge bedürfen, und durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden.

Zu den Kalkpflanzen gehören die Chenopodien, die Melken, der Bermuth 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 Kalk u. Bit- Kiesel-
Natronsalze. tererdosalze. 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 (Maßlen):

Kieselerde	60,1
phosphorsaure Kalk	16,1
„ „ Eisenoryd	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 Polstorf.

***) de Saussure.

†) Fresenius.

		Kali und Natronsalze.	Kalk u. Bitt- tererde.	Kiesel- erde.
	Tabak, havanna *)	24,34	67,44	8,30
	„ deutscher *)	23,07	62,23	15,25
Kalk-	„ im künstl. Boden **)	29,00	59,00	12,00
pflanzen	Erbsenstroh *)	27,82	63,74	7,81
	Kartoffelkraut ***)	4,20	59,40	36,40
	Wiesenklees **)	39,20	56,00	4,90
	Maisstroh †)	71,00	6,50	18,00
Kali-	Weisse Rüben	81,60	18,40	—
pflanzen	Runkelrüben ††)	88,00	12,00	—
	Kartoffelknollen ††)	85,81	14,19	—
	Helianthus tuberosus †††)	84,30	15,70	—

Diese Einteilung 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 Polstorff.

***) 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 Kieselergehalt 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 Kalkpflanzen 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- Eisenorybsalze.	Kieselerde.
		Pfd.	Pfd.
Weizen	{im Stroh 95,31}	— 34,75	— 260,05
	{im Korn 35,20}	130,51 — 32,80	67,55 —
Erbsen	{im Stroh 154,40}	— 354,80	— 46,60
	{im Korn 44,02}	198,42 — 16,68	371,48 —
Roggen	{im Stroh 40,73}	— 36,00	— 139,77
	{im Korn 42,05}	82,78 — 21,82	57,82 —
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. Topinambour. 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 Kieselserde, oder in ei-

wegenommen werden. Die Analysen der Aschen sind soweit benutzt worden, als sie bis dahin gemacht und bekannt waren. Die des Weizenamens 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 Runkelrüben von Gruschauer, des Helianthus tub. von Braconnot. 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 anderen Verhältnissen gewonnen wurde. So z. B. erhielt Boussingault vom Erbsenstroh (stark gedüngt) 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, Sanbohnen, Roggen u. aus phosphorsauren Salzen ohne alle Beimischung von kohlensauren, diese Aschen enthalten keine Kieselssäure. Sprengel findet in den Erbsen 18 p. c., im Roggen 15 p. c. Kieselserde. Die Asche des Roggenamens 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 dreibasisch phosphorsaure Salze, in der Asche des Roggens und Weizens als zweibasische enthalten sind.

*) Stark gedüngt.

**) Stark gedüngt.

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, Blüthen 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, Bohnen etc. 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 phosphorsäuren 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-säuren 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 phosphorsäuren Salze wie 26 : 10; die phosphorsäuren 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 phosphorsaure 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 phosphoraurer 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 größern 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 Kiesel-erde 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 Kiesel-erde, 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. Feldspathes trennt, wird 1 Aeq. Kiesel-erde 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 empfangt, 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 Runkelrüben, 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 Ueberfluß 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 Holzfaser 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 Kohlenensäure 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 Rübenenerbte hinreichende Menge von phosphorsaurer Bittererde und phosphorsaurem Kalk, ohne deshalb reich genug daran für eine Weizenerbte 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 Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Zutritt 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 (Cook), 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 Virginians, 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 Aecker 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 Kry- stallen 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 Blüthen und wieder Samen trug. Hatte man den Metallsamen, so dürfte 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 Lebens- processen in der Pflanze und dem Thiere nimmt, keine Ab- nung 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 ge- wesen.

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 Nahrungsstoffe 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 Nahrungsstoffen 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 unseren 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 zufügen, 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 verhältnißmäßig zu anderen Gewächsen nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen,

die sie während ihres kaum stillestehenden Wachsthum's 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 Kiesel-pflanze, auf diese eine Kalk-pflanze 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 Kiesel-pflanze bedarf neben löslicher Kieselsäure, welche die Kalipflanze zurückläßt, einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Salze, die darauf folgende Kalkpflanze (Erbesen, 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 phosphorsauren 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 Borkenrinde der Tannen*), Fichten, Buchen, Eichen mit dem Splint und Holze, so finden wir,

*)		Asche des Tannenholzes.	Asche der Tannentrinde.
		(Hertwig)	(Hertwig)
		1000 Holz geben 3,28 Asche.	1000 Rinde geben 17,85 Asche.
lösliche	Kohlensaures Natron	7,42	
Salze	Kohlensaures Kali	11,30	lösliche Salze 2,95
18,72	Kochsalz		
	schwefelsaures Kali		Spuren.
	Kohlensaurer Kalk	50,94	— 64,98
	Bittererde	5,60	— 0,93
	phosphorsaurer Kalk	3,43	— 5,03
unlösliche	— Bittererde	2,90	— 4,18
Salze	— Manganoxydul	Spuren.	
81,28	— Eisenoxyd	1,04	— 1,04
	— Thonerde	1,75	— 2,42
	Kieselerde	13,37	— 17,28
	Verlust	2,26	— 1,79
		100,00	100,00

unlösliche
Salze
97,05.

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 Korkelche 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 beobachteten 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 Umpflügen, 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.