

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Zur Geschichte der Liebig'schen Mineraltheorie

Vogel, August

Berlin, 1883

[urn:nbn:at:at-ubi:2-4274](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:at:at-ubi:2-4274)

Zur Geschichte
der
Piebig'schen Mineraltheorie.

Von

Dr. August Vogel,
Kgl. Universitäts-Professor in München.



Berlin SW. 1883.

Verlag von Carl Habel.

(C. G. Lüderitz'sche Verlagsbuchhandlung.)

33. Wilhelmstraße 33.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Die Begründung der Lehre, daß das Vorkommen der unorganischen Bestandtheile der Pflanze, wie sie die Aschen ergeben, keineswegs ein zufälliges sei, daß sie vielmehr eine unentbehrliche Lebensbedingung der Pflanzenwelt bilden, daß demnach endlich in der Zufuhr von Mineralkörpern ein Mittel zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit beruhe, hierin liegt nach den allgemeinsten Umrissen das Wesen der Mineraltheorie. Wir wissen mit aller Bestimmtheit, daß die Gewächse ihre mineralischen Stoffe aus dem Boden empfangen. Hier also, in der Beschaffung der einer Pflanze nothwendigen Mineralbestandtheile — jener an der Scholle haftenden Nahrungsbedingungen — begegnen wir einer greifbaren, der menschlichen Thätigkeit zugänglichen Grundlage des Pflanzenlebens. Die Herbeischaffung der flüchtigen Nährstoffe der Vegetabilien, wie sie von der ewig reichen Atmosphäre verschwenderisch dargeboten, in Sturm und Winden nach allen Weltgegenden ausgebreitet werden, — sie liegt außer dem Bereiche der Thätigkeit des Menschen. Während eine natürliche Vegetation, d. h. ein Pflanzenwuchs, welcher nicht geerntet wird, den Boden bereichert, indem durch die Wurzeln aus der Tiefe des Bodens Nahrungsstoffe heraufgeholt werden, die nach der Verwesung der Pflanzen neuen vegetabilen Gebilden zum Dasein dienen, so ist dies selbstverständlich ein Anderes mit den Culturpflanzungen; hier werden dem Boden entwachsene Pflanzen nicht sich selbst überlassen, sondern hinweggenommen und so mit

den alljährlichen Ernten dem Acker gewisse Summen von Mineralbestandtheilen entzogen. Soll ein Boden nun fernerhin nicht ausgeraubt liegen bleiben oder nur spärliche Früchte tragen, so besteht die dringende Nothwendigkeit, ihm den durch Ernten erfahrenen Abgang an Mineralbestandtheilen mittelst Zufuhr von außen zu ersetzen.

Diese Liebig'schen Ansichten haben alsbald nach ihrer Veröffentlichung von vielen Seiten Widerspruch gefunden, deren Einführung in die Praxis mitunter den heftigsten Widerstand. Und doch — ist es nicht sonderbar — die Grundzüge der Liebig'schen Mineraltheorie, sie waren lange vorher schon eigentlich nicht unbekannt, sie waren theilweise schon thatsächlich in der Praxis anerkannt. Wie erklärt es sich, daß man fast allgemein die Liebig'sche Mineraltheorie als etwas ganz Neues und daher als Zweifelhaftes betrachten konnte? Ich glaube, daß auf das Bekanntwerden der Mineraltheorie die Form der Darstellung nicht ohne Einfluß geblieben. Dem Genius Liebig's war es vorbehalten zu zeigen, wie man wissenschaftliche und praktische Gegenstände in eleganter, allgemein verständlicher Sprache behandeln könne. Früherhin wagten wenige deutsche Gelehrte und Praktiker, rein wissenschaftliche oder technische Abhandlungen in einem klaren und anziehenden Stile zu schreiben. Man schrieb ein trockenes, langweiliges, verworrenes Deutsch, welches wie Heine sagt „nach Talglichtern und Taback roch“. Obwohl nun Liebig keineswegs zu den wenigen Deutschen gehörte, die keinen Taback rauchen, so ist es ihm doch gelungen, durch glänzende Darstellung der Mineraltheorie Eingang zu verschaffen. Was übrigens das Rauchvergnügen der Chemiker im Allgemeinen betrifft, so dürfte eine Stelle aus einem Briefe Wöhler's an einen nicht rauchenden Kollegen sehr bezeichnend sein: „Man hat Beispiele, daß auch Nichtraucher erträgliche Chemiker geworden

sind, aber der Fall kommt doch selten vor". Die größte Veränderung, welche die Chemie seit 30 Jahren etwa erfahren, ist, daß sie durch die Bemühungen Liebig's heutzutage zum Gemeingut Aller, wenigstens einem weit größeren Kreise zugänglich geworden. Er hat es nicht verschmäht, den reichen Schatz seines Wissens in populärer Darstellung, für Alle verständlich, freigebig zu eröffnen. Seinen „Chemischen Briefen" vermag sich in Beziehung auf Erfolg, günstige Aufnahme und durchgreifende Wirkung kaum ein anderes Buch dieser Art an die Seite zu stellen. Ich weiß wohl, von so mancher Seite wird diese Art der Arbeiten nicht gebilligt, aber wir wollen uns durch solche Vorwürfe nicht beirren lassen. Was helfen dem großen Publikum die verschlossenen Korkammern, wozu es keinen Schlüssel hat? Das Volk hungert nach Wissen und dankt Jedem von uns für das Stückchen Geistesbrot, welches wir ehrlich und so gut wir es eben bieten können, mit ihm theilen.

Liebig's eigenthümlicher Bildungsgang, etwas abweichend von den gewöhnlichen Regeln der Schule, führte ihn zu einer eigener Erfahrung entnommenen Behandlung seiner Wissenschaft, zu einer Methode der Darstellung, vom trockenen Tone sich vortheilhaft unterscheidend. Als Autodidakt in des Wortes wahrer Bedeutung ist ihm sogar die Erinnerung an seine Lehrjahre keine erfreuliche und angenehme gewesen. Nichts Erlerntes, nichts Wiedergesagtes hatte ihn auf seine Bahn geleitet; die Art seines Forschens, welche eine so eingreifende Wirkung hervorbrachte, war das rastlose Ringen eines selbstständigen Genius nach Wahrheit. Den bekannten Ausspruch des großen Denkers Leibniz im Bekenntniße seines eigenen Studienganges, — wir dürfen denselben auch für Liebig in Anspruch nehmen. „Zweierlei ist für mich von großem Nutzen gewesen; einmal, daß ich fast ganz Autodidakt bin; zweitens, daß ich in jeder

Wissenschaft, sowie ich sie nur aufgriff und kaum das Erkannte darin aufgefaßt hatte, alsbald auf Neues ausging. Dadurch habe ich zwei Vortheile gewonnen; den einen, daß ich den Kopf nicht mit unnützen, nur wieder zu vergessenden Dingen ausfüllte, die mehr auf das Ansehen einzelner Lehrer, als auf Gründe gestützt, angenommen werden; den andern, daß ich nicht eher ruhte, bis ich jeder Lehre in ihren Fäden und Wurzeln nachgeforscht hatte und auf die Grundsätze selbst gekommen war, von wo aus ich das, was ich eben behandelte auf eigenem Wege und durch eigene Forschung finden konnte."

Dem Studium der Mathematik konnte Liebig, der allgemeinen Annahme entgegen, keinen Einfluß auf geistige Ausbildung zuerkennen. Dem berühmten Satze der philosophischen Schulen: „*Μηδεις ἀγνώμετονος εἰσὶτω*“ huldigte er nicht. „Es giebt keine Wissenschaft, in welcher sich mehr Geistesarmuth, mehr Unfähigkeit zum Denken, ein größerer Mangel an wahrer Einsicht und Verstand, mehr Kurzsichtigkeit und Schwäche unter dem Mantel des Wissens und der Gelehrsamkeit versteckt hält, als in der Mathematik. Wie oft muß nicht bei Fakultätsprüfungen die beste Nummer in der Mathematik Examinanden gegeben werden, welche in allen übrigen Fächern nicht den einfachsten und gesundensten Menschenverstand bewähren.“ Die hier geäußerte Ansicht darf um so auffallender erscheinen, als gerade neuerer Zeit, nach meiner Erfahrung wenigstens, einzelne Naturbessliffene zeitweise ihre Forschungen mitunter unterbrochen haben und sich eingehend mathematischen Studien widmen, in dieser Doktrin einen mächtigen Hebel logischen Denkens erblickend, um eine Lücke in ihrem Wissen auszufüllen. Man erkennt hierin den hohen Schwung des Genius Liebig's, welcher unentwegt sein Ziel verfolgt, ohne die anerkannte Schule zu bedürfen und in selbsteigener Kraft gewohnte Hülfsmittel, wie man sie gewöhnlich zur Schärfung

des Verstandes, zur Befugung des Geistes empfiehlt, zu verschmähen im Stande ist. Möge „das von Regeln freie Genie“ unbeirrt seine Wege wandeln, wenn wir Uebrigen auch dem genialen Vorbilde nicht folgen. Quod licet Jovi, non licet bovi. Gehen doch die Ansichten über geistige Bildungsmittel so sehr weit auseinander; dies erkennen wir auf's Neue recht deutlich aus einer im Pesther Abgeordneten Hause gefallenem Aeußerung eines Gelehrten, welcher als Gegner der klassischen Sprachen das Griechische geradezu als ein Attentat auf das gesunde Gehirn der Jugend erklärt und die Meinung vertritt, die Jugend gelange zu hinreichender Kenntniß des Griechischen, wenn sie „Orpheus in der Unterwelt“ und „die schöne Helena“ (Offenbach) zu bewundern Gelegenheit findet.

Wenn hin und wieder die Abneigung gegen Mathematik etwas auffallend gefunden wird, so darf andererseits die Antipathie Liebig's gegen Naturphilosophie — eine Antipathie, die von verschiedenen Seiten übel vermerkt worden — bei einem so selbstständig angelegten Naturforscher von Gottes Gnaden, welcher die Deutlichkeit des Ausdruckes klarer und bestimmter Vorstellungen sich zur Aufgabe gesetzt, gerade nicht übermäßig Verwunderung erregen. „Ich selbst brachte einen Theil meiner Studienzeit auf einer Universität zu, wo der größte Philosoph und Naturphysiker des Jahrhunderts die studirende Jugend zur Bewunderung und Nachahmung hinriß: wer konnte sich damals vor Ansteckung sichern? Auch ich habe diese an Worten und Ideen so reiche, an wahren Wissen und gediegenen Studien so arme Periode durchlebt, sie hat mich um zwei kostbare Jahre meines Lebens gebracht; ich kann den Schreck und das Entsetzen nicht schildern, als ich aus diesem Taumel zum Bewußtsein erwachte. Wie viele der Begabtesten und Talentvollsten sah ich in diesem Schwindel untergehen, wie viele Klagen über ein völlig ver-

fehltes Leben habe ich nicht später vernehmen müssen! Die falsche Richtung, welche der edelste, kräftigste Theil der Nation, die studirende Jugend der damaligen Zeit, von den Philosophen erhielt, ein zweck- und zielloses Wissen, die Unfähigkeit, in irgend einer Weise der menschlichen Gesellschaft nützlich zu sein, erzeugte die dämagogischen Umtriebe, diese kranken, wahnsinnigen Ideen vom Staate, von Verbesserungen, von Pflichten. Selbstüberschätzung, Hochmuth, Eitelkeit und Anmaßung, ein lahmer Ehrgeiz, der sich selbst die Anerkennung im Uebermaße spendet, die ihm die Welt versagen muß: Sie gehen aus den Lehrsälen dieser Männer hervor."

Die frühesten Anfänge einer Erkenntniß der Mineraltheorie wie sie erst durch Liebig's befruchtende Darstellung in größeren Kreisen erfaßt worden, manifestiren sich der Natur der Sache nach zunächst in vereinzeltten Versuchen praktischer Anwendung. Ist es doch häufige Erfahrung, daß z. B. in der Technik nicht selten empirische Ausführungen längst im Gebrauche sind, für welche man keine rationelle Basis kennt. Wir wissen, daß lange vor dem Bekanntwerden der Liebig'schen Mineraltheorie in England und Frankreich Knochenmühlen bestanden, welche unter dem Namen „Englisches Dungmehl" ihr Fabrikat in den Handel sogar nach Deutschland brachten. Wir wissen wohl, englische Schiffe hatten schon weit früher aus dem nördlichen Deutschland ganze Ladungen von Knochen, mitunter aus aufgewühlten Schlachtfeldern, entführt. Wie bekannt, waren schon im Jahre 1822 33 000 Tonnen Knochen aus den Schlachtfeldern der Befreiungskriege nach England gelangt. Dabei soll aber doch nicht unerwähnt bleiben, daß die landwirthschaftliche Anwendung des Knochenmehles als eine spezifisch deutsche bezeichnet werden darf. Rotorisch bestand schon im Jahre 1802 im Bleibergwerke bei Solingen eine Knochenmühle, wahrscheinlich die erste von

allen, und ihre Produkte dienten zu erfolgreichen Düngerversuchen auf Wiesen. Ungeachtet der auffallend günstigen Resultate, welche die ganze Gegend in Erstaunen setzten, konnte sich das neue Düngemittel in Deutschland wenigstens nicht einbürgern. Wenngleich einzelne Landwirthe sich veranlaßt sahen, Knochen zu sammeln und stampfen zu lassen, — die Erkenntniß der deutschen Agronomen war, wie es scheint für wichtige Werthschätzung der Knochen noch nicht herangereift.

Wenn in dem hier Erwähnten auch unbezweifelt der Beweis liegt, daß allerdings vor Liebig schon von seiner Mineraltheorie praktische Anwendung bestanden, so läßt sich die Idee eines Bodenersatzes, durch Mineralbestandtheile sogar noch in eine weit frühere Zeit zurück auf das Bestimmteste verfolgen. In Deutschland bestand wohl erst verhältnißmäßig spät eine Düngung in dem Sinne eines Stoffersatzes für den Boden; gab es doch zur Römerzeit noch überall vollauf genügendes Land, um die spärliche Bevölkerung zu ernähren. So bebaute man damals den deutschen Acker immer nur ein Jahr oder ein paar Jahre und nahm dann neues Land in Cultur, dem alten Felde längere Ruhe gönnend, um wieder fruchtbar zu werden. Wenn somit gewiß keine Stalldüngung damals stattgefunden, so war dagegen merkwürdigerweise in früherer Zeit schon Düngung mit Asche im Gebrauch, da es ja allgemeine Sitte war, größere Waldstrecken niederzubrennen, um Ackerland zu gewinnen. In späteren Jahrhunderten scheint Aschendüngung allgemeineren Eingang gefunden zu haben. Ein landwirthschaftlicher Schriftsteller früherer Zeit Philippus Florinus erwähnt in seinem berühmten Werke „Oeconomus prudens“ vor Allem der Asche, denn nichts befördere den Pflanzenwuchs so intensiv, wie diese. „Wer will, kann eine Probe davon nehmen. Man brenne eine Pflanze, von welcher Art sie sein kann, zum Exempel: Weinreben, Rosen,

Korn, Weizen u. dergl. zu Asche. Nach diesem mache man eine Lauge daraus und befruchte die Pflanze, von deren Art Asche gebrannt worden, (sic!) so werdet Ihr sehen, wie fruchtbar und froh Ihr sie machen werdet: Denn die Asche hat eine natürliche Neigung, lieber der Pflanze ihres Geschlechtes, als einer anderen Art Gutes zu thun und die Pflanze zieht die Asche ihrer Art viel lieber als eine andere an sich. Mit einem Worte, die Asche aus Kornstoppeln wird dem Kornacker am besten zu statten kommen". Auch der berühmte Colerus spricht in seiner *Oeconomia ruralis et domestica* von der Asche als Düngmittel. „Aschen pflegt man auch auf die besamten Länder zu streuen, theils das Ungeziefer zu vertreiben, theils daß solches das Land tragbar mache, welches Etlichen so wohl gefällt, daß sie solche auch dem Mist vorzuziehen pflegen. Wenn man unfruchtbare Flecken im Grase der Gärten vermerkt, da schüttet man nur ein wenig Asche hin, die macht's fruchtbar, daß schön Gras da wächst". Ja sogar die auf Liebig's Theorie sich gründende Düngung mit natürlichen Mineralsubstanzen war schon damals keineswegs unbekannt. „Nichts Besseres zu den Wiesen, die viel tragen sollen, (nach Colerus) denn daß man sie mit dürrem Erdreich oder Staube, der auf den Straßen im Sommer auf-gelesen, bestreue. Dann macht es mehr Futter oder Gras, dann alles andere düngen. Wenn man auch den Staub mit in die Aecker hineinpflegt, wie den Mist, so ist kein Zweifel, er düngt gleich sowohl, als der Mist. Dann weil der Staub ein klein subtil Ding ist, so düngt es desto besser hinein zu der Wurzel, das der Mist nicht thun kann. Deshalben auch der Staub allein und ohne den Mist viel Gras macht, wenn er gleich nur gestreut wird". Auch das Mergeln, dessen Bedeutung erst durch Liebig's Mineraltheorie richtig erkannt wurde, ist nach Heresbach eine alte, sogar urdeutsche Erfindung. Eine Art

Thonmergel, welcher sich reichlich in den Rheinlanden fand, verschiffte man weithin auf dem Strome zur Verbesserung der Felder. Nicht minder war das Kalken der Aecker bekannt, so wie auch die Benutzung des Reichschlammes. Selbst Compostbereitung war den damaligen Oekonomen nichts Fremdes, man bereitete denselben in der Art, daß man ausgestochenen Rasen oder Erde, vermischt mit Stalldünger, auf Haufen setzte und dies Gemenge nach einiger Zeit auf die mageren Aecker vertheilte. So brachte man denn schon in sehr früher Zeit, ohne sich über den Grund klar zu sein, in empirischer Weise Fundamentalprincipien der Liebig'schen Mineraltheorie in praktische Anwendung.

Am spätesten, eigentlich erst in neuerer Zeit, haben sich namentlich durch die Arbeiten meines geehrten Freundes, Prof. Dr. C. Ebermayer, Grundsätze der Liebig'schen Mineraltheorie in der Bewirthschaftung des Waldes geltend gemacht. Als echter Naturforscher von der Ueberzeugung durchdrungen, daß gründlich naturwissenschaftliche Bildung das Fundament der rationellen forstlichen Produktionslehre bilden könne, hat Ebermayer zum ersten Male eine systematische Bearbeitung der Naturgesetze des Waldbaumes in Verbindung mit den schon längst anerkannten Naturgesetzen des Ackerbaus gegeben und gerade damit den innigen Zusammenhang dieser beiden Produktionsgebiete an der Hand wissenschaftlicher Forschung anschaulich gemacht. Und doch auch für diese Seite der praktischen Anwendung Liebig'scher Ideen der Mineraltheorie finden wir schon in früherer Zeit deutliche Anklänge. Wenn ein Waldbesitzer seinem Walde die von den Bäumen abgefallenen Blätter und Nadeln durch Streurechen entzieht, so treibt er echte und intensive Raubwirthschaft. Durch Entfernung der Laub- und Moosdecke aus den Wäldern wird nicht nur der große natürliche Wasser-

behälter hinweggenommen, dessen Aufgabe es ist, das aufgesaugte atmosphärische Wasser langsam dem Boden und den Quellen zuzuführen und so dem Walde sein Lebenselement, nachhaltige Feuchtigkeit, zu sichern; — durch die überzeugendsten Versuchszahlen hat die Liebig'sche Mineraltheorie bewiesen, wie viel auch an wichtigen Mineralbestandtheilen, welche die Blätter mittelst des Stammes und der Zweige aufgenommen, hierdurch dem Walde verloren geht, während dieselben durch die verwesten nicht entfernten Blätter als Dünger dem Waldboden wieder zugeführt werden. Daß die Beobachtung der Schädlichkeit des Streurechens eine sehr alte sei, obgleich hierüber erst die Liebig'sche Mineraltheorie rationelle Aufklärung geben konnte, zeigt eine Stelle des schon eben erwähnten alten *Oeconomus prudens et legalis*, *Franciscus Philippus Florinus*: „die Bäume fühlen den größten Schaden, wenn man ihnen die Streu nimmt, wovon sie selbst ihre Düngung haben müssen. Ich meines Ortes weiß, daß der jetzige Holzmangel guten- wo nicht meistens dieser Waldstreujsammlung zu zuschreiben sei.“

So sehr wir auch anerkennen, daß schon lange vor Erkenntniß der Liebig'schen Mineraltheorie Bestrebungen aufgetreten sind, um die Wichtigkeit der unorganischen Bestandtheile des Bodens für die Ernährung der Gewächse im Allgemeinen und der einzelnen Stoffe für die verschiedenen Organe der Pflanze praktisch nachzuweisen — so viel bleibt gewiß feststehen — Liebig war der Erste, welcher den innigen Zusammenhang der Pflanzenaschen mit den Mineralbestandtheilen des Bodens richtig erkannt und mit lebhaftester Energie entschieden hervorgehoben hat. Wohl mag nach den hier aufgeführten Beispielen zugegeben werden, daß schon früher, ja in den ältesten Zeiten einzelne Mineralbestandtheile als Mittel zur Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens bekannt und auch zur Anwendung

gekommen waren; allein bis zum Jahre 1840 gründete sich die Zufuhr von Mineralbestandtheilen — als eine empirische Operation ausschließlich auf die erzielten praktischen Erfolge. Die unzweifelhafte Wirksamkeit der Mineraldüngung auf einzelnen Ackerfeldern schrieb man einer Reizung, einer Anregung des Bodens zu, da man ja von der wahren eigentlichen Bedeutung der Mineralbestandtheile als unerläßlich nothwendige Pflanzennahrung bis dahin gar keine Vorstellung hatte, noch haben konnte. So lange man noch die Pflanzenasche als einen allgemeinen Begriff auffaßte, d. h. die Aschen der verschiedensten Pflanzengattungen als identisch mit der allein einigermaßen bekannten Holzasche betrachtete, so lange man noch den unbrennlichen Rückstand einer Pflanze als etwas völlig Unwesentliches, als eine unangenehme störende Zugabe, als eine Art von Excrement ansah, eine ideale Pflanze sich aber als aschenfrei dachte, so lange konnte auch in chemischem Sinne wenigstens der landwirthschaftliche Betrieb kein rationeller genannt werden. Die Begründung der Lehre, daß das Vorkommen der unorganischen Bestandtheile der Pflanze, wie sie die Aschen ergeben, keineswegs ein zufälliges sei, daß sie vielmehr eine unentbehrliche Lebensbedingung der Pflanzenwelt bilden, daß demnach endlich in der Zufuhr von Mineralkörpern ein rationelles Mittel zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit beruhe, ist daher trotz aller Gegenreden ganz und gar als eine Folge der Liebig'schen Mineraltheorie und ihrer allgemeinen Anerkennung zu bezeichnen. Die mannigfachen Andeutungen der Mineraltheorie, aus älteren Werken zusammengestellt, können nur als die unumstößlichsten Beweise für die Richtigkeit der Theorie angesehen werden und bestätigen den altbekannten Ausspruch:

„Es soll in vielen alten Büchern stehen,

„Daß manches Neue früher schon geschehen“.

Die Darlegung der Mineraltheorie als wissenschaftliche Errungenschaft hätte an und für sich schon dem Entdecker ein unendlich großes Verdienst um die Landwirthschaft für alle Zeiten gesichert. Nachdem einmal die Bedeutung der Mineralbestandtheile für die Kulturpflanzen festgestellt war, ergab sich die Erklärung einer großen Reihe von Vorgängen, wie sie der sogenannte rationelle Landwirth schon längst aus Erfahrung kennen gelernt, ohne sich von ihrem Wesen Rechenschaft zu geben, ganz einfach von selbst. Wohl darf man den Ausdruck gebrauchen der „sogenannte“ rationelle Landwirth, denn worin bestand die einzige Ratio, welche ihn bei seinen Arbeiten, bei seinem Verfahren leitete? Sie bestand einzig und allein darin, daß er die Nützlichkeit der Brache, der Fruchtfolge, des tiefen Pflügens, des Düngens u. s. w. aus anschaulichem Erfolge erkannt hatte. Nun aber war der Landwirth wahrhaft ein rationeller geworden, hatte er doch den eigentlichen Grund seines Betriebes kennen gelernt. Sene landwirthschaftlichen Operationen — Brache, Fruchtfolge, Düngen u. s. w. — bis dahin nirgends mit Bewußtsein ausgeführt, haben durch die Liebig'sche Mineraltheorie eine wissenschaftliche und damit zum ersten Male eine sichere Basis gewonnen. Durch diese Geistesarbeit, wie kaum jemals durch eine andere, war dem „*Rerum cognoscere causas*“ im wahren, ächten Sinne des Wortes Erfüllung gegeben. Gerade der Umstand, daß, wie ich gezeigt, lange vor Liebig schon die Lehre der Mineraltheorie praktische Anwendung gefunden, gerade das kann als der unumstößlichste historische Beweis für die Richtigkeit der Theorie angesehen werden.

Vielleicht wäre es glücklicher gewesen, wenn der Begründer der Mineraltheorie sich darauf beschränkt hätte, seine Lehre — eine vollendete Thatsache — dem praktischen Landwirth als werthverheißende Gabe darzubringen und seiner Thätigkeit deren

specielle Anwendung ganz zu überlassen. Nach meinem Dafürhalten hätte die neue Lehre einfach und objectiv dargestellt schneller als es in der Wirklichkeit der Fall war, Eingang gefunden, jedenfalls wäre ihm — dem Begründer der Theorie — eine lange Reihe von Enttäuschungen, von feindlichen Angriffen aller, ja manch kränkender ungerechter Widerspruch erspart geblieben. Aber Liebig ist noch einen bedeutungsvollen Schritt weiter gegangen; mit der ihm eigenthümlichen Energie erstrebte er, seiner Theorie auch eine unmittelbar praktische Richtung selbst zu verleihen. Und auf diesem Wege war der Liebig'schen Mineraltheorie die Begegnung so mancher Hindernisse und Unebenheiten lange Jahre hindurch beschieden. Da die Quelle der organischen Bestandtheile der Pflanze, allenthalben getragen von Wind und Wellen, sich von selbst unerschöpflich in der Atmosphäre und dem Wasser darbietet, die Abnahme der Fruchtbarkeit eines Bodens daher in dem Mangel der einer Pflanzenspecies nothwendigen Mineralbestandtheile gefunden war, da überdies in großer Anzahl ausgeführte Analysen in zuverlässigen Zahlen ergeben hatten, welche Mengen von Kali, Phosphorsäure, Kalk u. s. w. einem Stücke Feldes durch verschiedene Ernten entzogen werden, so mußte allerdings der Gedanke nahelegend und einladend sein, durch unmittelbare Zufuhr von Mineralbestandtheilen dem Boden wieder zu ersetzen, was er durch eine Vegetationsperiode eingebüßt. Besteht doch nach der Liebig'schen Mineraltheorie das Wesen der Düngung im Allgemeinen einzig und allein darin, dem Boden die Summe von entzogenen Mineralbestandtheilen künstlich zu ersetzen.

Der Widerstand, welchen praktische Landwirthe der Liebig'schen Mineraltheorie entgegenstellten, war ein ungewöhnlicher, um so auffallender, als hierdurch thatsächlich keineswegs Sonderinteressen verletzt oder Gewerbsbeeinträchtigungen bedingt er-

schienen, — Faktoren, die mitunter nicht ohne einige, wenigstens scheinbare Berechtigung Erfindern hindernd im Wege stehen. Welch merkwürdiger Gegensatz zwischen Thaer und Liebig tritt uns hier entgegen! Thaer's Bemühungen um die Landwirthschaft wurden sofort mit offenster Bewunderung, mit unbedingter Hingabe und Dankbarkeit von allen Seiten aufgenommen. Solches ist der Liebig'schen Mineraltheorie von Anfang herein nicht zu Theil geworden, und wenn ein ultraenthusiastischer Jünger Thaer's sich zu der sonderbaren Aeußerung verleitete ließ, er wolle alle seine Gebäude, Stallungen und Scheunen in Brand stecken, sobald dies Meister Thaer, der verehrte Wohlthäter der Landwirthe, verlange, so soll es dagegen dem Begründer der Mineraltheorie widerfahren sein, daß deutsche Landwirthe von Bildung (*sit-venia verbo*) es geradezu ablehnten, mit Mineralsalzen von Liebig empfohlene Versuche auf ihren Feldern anzustellen und sogar, als man ihnen Minerale Dünger unentgeltlich geliefert hatte, trotz allen freundlichen Bittens keinen Gebrauch davon machten. Das Mißtrauen gegen das sogenannte „gelehrte Wesen“ in der Landwirthschaft — diese Bezeichnung pflegte man mit Vorliebe auf die Vertreter der Liebig'schen Mineraltheorie anzuwenden — charakterisirt sich treffend in der bekannten, seiner Zeit für „geistreich“ gehaltenen Phrase: „Ein gelehrter Bauer ist gerade wie eine polirte Mistgabel, die Buchstaben bauen kein Feld und stoßen keinen Wald ab.“ Nebenbei bemerkt, meine ich, die Furcht vor verminderter Tüchtigkeit in der Praxis durch die Gelehrsamkeit unserer Bauern, welche mit polirter Mistgabel zu Felde ziehen, dürfte wohl vorläufig noch eine etwas unbegründete bleiben. Sehr bezeichnend ist die Aeußerung eines berühmten Praktikers über die Momente, welche die Aufnahme der Mineraltheorie lange Zeit verzögerten. „Was die Verwendung der Liebig'schen künstlichen Minerale Düngemittel

betrifft, so sind es hauptsächlich drei Umstände, die derselben hindernd im Wege stehen. Erstens die mangelhafte Bildung, welche die Leute denkfaul macht, so daß sie am liebsten die Sachen treiben, wie es Vater und Großvater auch gemacht haben. Zweitens wollen die Bauern nur ganz billig kaufen, sei es nun Dünger oder sei es etwas anderes, die Qualität scheinen sie dabei ganz außer Acht zu lassen, man sieht dies auf jedem Markte. Drittens ist das Landvolk im höchsten Grade mißtrauisch und verschlossen gegen Gebildetere, die ihnen Neues und Vortheilhaftes auf einfache und reelle Weise beliebt machen wollen. Schwindler, wenn sie gerade den rechten Fleck zu treffen wissen, erwerben mitunter leichter Vertrauen. Ich bin daher der Ansicht, daß vor Allem das Volk gelehrt werden muß selbst zu denken.“ Allerdings hatte der populäre Vertreter der Agrikulturchemie vor Jahren eine sehr sonderbare Aufgabe: er sollte sich verständlich machen in einer Sprache, die dem Angeredeten unbekannt war; gehörte doch die Erlernung der Chemie damals zu den seltensten Ausnahmen unter den Vertretern der praktischen Landwirthschaft. Indeß konnte man ihnen diese Unkenntniß auch nicht eigentlich zum Vorwurf machen, stand doch jener Zeit die Chemie in keiner einzigen direkten Beziehung zur Agrikultur; wodurch hätte man sich veranlaßt fühlen sollen, mit Mühe und Anstrengung eine fremde Sprache zu erlernen, deren Kenntniß kaum einen Erwerb irgend brauchbarer Resultate in Aussicht stellte? Und so kam es denn, daß auch bei guter Absicht von beiden Seiten es meistens unmöglich blieb, ein wirkliches Verständniß zu erzielen. Neben der Unverständlichkeit der Sprache und — wir zögern nicht es offen zu bekennen — der Heftigkeit des Ausdrucks, wie sie die neue Lehre führte — wir haben uns derselben mitunter selbst schuldig gemacht — war ein nicht geringes Hinderniß günstiger Auf-

nahme der Mineraltheorie von praktischer Seite. Der Umstand, daß sie rücksichtslos alte liebgewordene Gewohnheiten störte. War es doch so bequem und einfach, das von Vater auf Sohn vererbte Verfahren des landwirthschaftlichen Betriebes in naiver Unschuld unverändert und mit voller Pietät fortzusetzen, war man doch so daran gewöhnt, von reizenden, von kalten und warmen Düngersorten, von müdem, von überreiztem, vom kranken Boden u. dgl. zu sprechen, obgleich man mit solchen allgemein beliebten und geläufigen Ausdrücken in der That eigentlich niemals nur einigermaßen klare Begriffe verbinden konnte.

Nun trat auf einmal wie ein Deus ex machina ein Chemiker auf, welcher mit unerbittlicher Hand allen bisherigen Anschauungen den Stab brechen wollte; nach ihm gab es gar keinen reizenden Dünger mehr, sondern nur nährenden; Brache, Wechselwirthschaft, Fruchtfolge sollten am Ende gar nicht mehr so unumgänglich Noth thun bei richtiger Behandlung des Bodens und dergleichen unglaubliche Kühnheiten mehr. Das war denn doch für ein in ehrwürdigen Traditionen aufgewachsenes und erzogenes agronomisches Geschlecht etwas zu stark, dieses still und harmlos dahin lebende Geschlecht, auf einmal war es aus seinem friedlichen Schlummer aufgeschreckt, mußte da nicht „in gährend Drachengift die Milch der frommen Denkart sich verwandeln?“ Nichts ist gefährlicher, als an eingewurzelten Gebräuchen zu rütteln. Wir wissen nicht, wie viele Schock Mohren- und sonstige Elemente nach dem Wunsche so mancher ärgerlich gewordenen Landwirths in diese „neue Düngewirthschaft“ hätten hineinschlagen sollen. Man hört doch nicht gern den beständigen lauten Vorwurf mangelnden Bildungsgrades, der Unfähigkeit gehörigen Verständnisses, so wohl begründet solche Beschuldigungen auch immer sein mögen. Und noch überdies alle diese Zurechtweisungen und Eingriffe, — sie kamen von

einem rebellischen Agitator, der für solch feindliches Auftreten gar nicht einmal im Mindesten berechtigt war, der von der eigentlichen Landwirthschaft nichts verstand, nichts verstehen konnte, nichts verstehen durfte, mangelte ihm ja die unentbehrliche kostbare Weihe langjähriger Praxis. Wie sollte ein Mann, der den Pflug nicht zu führen weiß, sagen können, was das Feld bedürfe, um Ernten zu liefern, oder man denke, wie der Regen wirke, um Früchte zu erzeugen? Uebrigens ist die oft gehörte und viel beliebte Behauptung, daß ein wirklicher Fortschritt in der Landwirthschaft immer nur und einzig und allein von einem praktischen Oekonomen ausgehen könne, eine ganz ungegründete und durch zahlreiche Beispiele widerlegte, kennt man ja doch Männer genug, welche, obschon ihre Studien zum Ackerbau in keiner Beziehung standen, großes Glück und Aufsehen in der Landwirthschaft gemacht haben. Sogar der hochberühmte Thaer hatte ja, wie man weiß, ursprünglich Medicin studirt und überhaupt in der Jugend eine Bildung erhalten, die durchaus keine Vorbereitung zu seinem späteren erfolgreichen Wirken darbot; bekanntlich war der berühmte Landwirth Schwarz Theologe, Dombasle Chemiker.

Es gehört zum richtigen Verständniß der Liebig'schen Mineraltheorie anzuerkennen, daß Liebig sich der großen Schwierigkeit wohl bewußt war, der modernen Errungenschaft seiner Theorie dem Hergebrachten gegenüber Eingang zu verschaffen. In einem Briefe an seinen Freund Wöhler (1857) findet sich die klagende Aeußerung: „Ich habe die Bahn der reinen Wissenschaft aufgegeben und komme mir vor wie ein Abtrünniger, wie ein Renegat, der seine Religion aufgegeben und keine mehr hat. In meinem Bemühen, in der Landwirthschaft etwas zu nützen, wälze ich den Stein des Sisyphus: er fällt mir immer auf den Kopf zurück, und ich verzweifle manchmal an der Möglichkeit,

ihm einen festen Boden zu schaffen," und noch in demselben Jahre schreibt er: „Ich bin mit den Landwirthen verdammt, Wasser in das Faß der Danaiden zu tragen: Alles was ich thuen mag, ist vergeblich, ich mühe mich ab und zehre meine besten Kräfte auf, ohne einen Erfolg zu haben.“ Schon früher unterschätzte er sein gewagtes Unternehmen, seine Theorie mit eigener Hand in die Praxis einzuführen, keineswegs. „Mein Zweck ist, auf das große Publikum und auf die Regierungen zu wirken. Der Himmel gebe seinen Segen dazu und emancipire uns. Die Chemie stand bisher den anderen Fächern gegenüber in einer sonderbaren Lage, wir werden gewissermaßen als Eindringlinge betrachtet; allein dies soll sich ändern, sie soll neben oder über den andern stehen.“ Aber auch von Freundesseite wurde die Kundgebung der Mineraltheorie in der eigenthümlich energischen Form den Landwirthen gegenüber mitunter als ein Gegenstand der Besorgniß aufgefaßt. In diesem Sinne schreibt Wöhler an Liebig: „Ich las Deine organische Chemie mit großer Andacht und freue mich über die geistreichen Ideen die jede Seite enthält. Du hast einer Menge von Dingen Worte verliehen, die auch mir schon vorgeschwebt hatten, ohne daß ich sie aus ihrer Nebelhaftigkeit ins Klare bringen konnte. Die Theorie der Pflanzenentwicklung und -Ernährung ist so plausibel und verführerisch, daß ich von ihrer Wahrheit überzeugt bin. Wenn Du nur von den Landwirthen der jetzigen Generation verstanden wirst.“

Neben den bisher erwähnten Hindernissen, welche der Liebig'schen Mineraltheorie hinsichtlich der ersten praktischen Einführung in den Weg traten — Hindernisse äußerlicher, zufälliger, vielleicht persönlicher Natur — gab es leider und wir dürfen dies bei historischer Betrachtung nicht verschweigen, noch ein Haupthinderniß, welches faktisch in der Liebig'schen Mineraltheorie

selbst gelegen. Sogar unter Voraussetzung einer ausreichenden Vorbildung der praktischen Agronomen damaliger Zeit, unter Voraussetzung eines vollkommenen Verständnisses der Sprache Liebig's und seiner Schule — und auch diese wollen wir als der Darstellung ganz entsprechend annehmen — müssen wir doch zugeben: Die Mineraltheorie würde in der ersten Zeit, da man ihr praktische Anwendung zu geben suchte, ganz sicher dennoch gar keinen Anklang gefunden haben. Dies war der Mangel an Erfolg, man darf beinahe sagen, der gänzliche Mangel an Erfolg, woran alle Bemühungen scheitern mußten. Während eine natürliche Vegetation, d. h. ein Pflanzenwuchs, welcher nicht geerntet wird, den Boden bereichert, indem durch die Wurzeln aus der Tiefe des Bodens Nahrungstoffe heraufgeholt werden, die nach der Verwesung der Pflanze neuen vegetabilen Gebilden zum Dasein dienen, so ist dies natürlich ein Anderes mit den Kulturpflanzungen; hier werden dem Boden entwachsene Pflanzen nicht sich selbst überlassen, sondern hinweggenommen und so mit den alljährlichen Ernten dem Acker gewisse Summen von Mineralbestandtheilen entzogen. Soll ein Boden nun fernerhin nicht ausgeraubt liegen bleiben oder nur spärliche Früchte tragen, so besteht die dringende Nothwendigkeit, ihm den durch Ernten widerfahrenen Abgang an Mineralbestandtheilen mittelst Zufuhr von außen zu ersetzen. Was war natürlicher, als dem Boden diesen Ersatz in der Form verschiedener künstlich zusammengesetzter Mineraldüngstoffe zu bieten? Was schien aber zugleich nothwendiger und rationeller, als den Theil der zu ersetzenden, in Wasser löslichen Mineralkörper, wie namentlich die Alkalien, sollten sie nicht sogleich durch den ersten Regen in die Tiefe des Bodens geführt und so der Vegetation unzugänglich werden — in eine schwer lösliche Form umzuwandeln, um hierdurch einen Verlust durch Lösung zu vermeiden? Die

Wirkung solcher nach Angabe und unter persönlicher Leitung Liebig's dargestellten, in großem, ausgedehnten Maßstabe versuchten Mineraldüngmischungen war wider alles Erwarten nahezu Null, jedenfalls ganz außerordentlich langsam, meistens erst nach Jahren einigermaßen bemerkbar. „Was mir einen wahren dauernden und nie sich mildernden Kummer machte — so äußerte sich Liebig 1865 in seiner Agrikulturchemie — dies war der Umstand, daß ich nicht einzusehen vermochte, worin es lag, daß meine Dünger so langsam wirkten; überall, in Tausenden von Fällen sah ich, daß jeder ihrer Bestandtheile wirkte, und wenn sie beisammen waren, wie in meinem Dünger, so wirkten sie nicht.“ Und wie dringend nothwendig und wünschenswerth wären gerade hier bei dem Widerstreben, welches die Menge jedem neuen System entgegensetzt, augenscheinlich überzeugende Erfolge gewesen; nun ertönte von allen Seiten Triumphgeschrei der Gegner, wollten sie ja alle die praktische Unhaltbarkeit der Theorie sicher vorausgesehen haben. Schon von vornherein war die Idee, Stalldünger künstlich darzustellen, von deutschen Landwirthen mit Hohngelächter aufgenommen worden; gehörte doch nach ihrer klugen Ansicht zu dessen Erzeugung unerläßlich ein lebender Organismus, ein solcher aber könne, wie man in beliebter Redensart vornehm abweisend bemerkte, nun und nimmermehr durch den „chemischen Schmelztiegel“ ersetzt werden. Und als nun die ersten Versuche mit Kunstdünger wirklich fehlschlügen, da war unbeschreiblicher Jubel in der ganzen landwirthschaftlichen Literatur! Sonderbar, die praktischen Landwirthre freuten sich unverhohlen darüber, daß Mittel, welche doch nur zu ihrem Besten, zur Hebung ihres Wohlstandes versucht wurden, keinen glücklichen Erfolg gehabt hatten! So drohte denn in Folge mangelhafter Resultate der Mineraltheorie bedenkliche Gefahr. Mit Mühe und Kosten waren nach Liebig's eigener Angabe die in

Wasser löslichen Bestandtheile des Mineraldüngers durch Schmelzung in unlösliche Form übergeführt worden, die harten glasartig geschmolzenen Massen mußten alsdann auf der Mühle zu einem feinen Pulver gemahlen werden, um sie in dieser Form auf die Felder zu streuen. Doch während wir in unseren Laboratorien darauf bedacht waren, „mit heißem Bemühen“ die in Wasser löslichen Nahrungsstoffe zu Gunsten der Pflanze unlöslich zu machen, hatte Mutter Natur schon von Ewigkeit her, aber ohne unser Wissen und Verstehen, für ihre Kinder, ihrem dunkeln Schooße entsprossen, liebevoll Sorge getragen. Das Naturgesetz des Absorptionsvermögens der Erde, d. h. das Vermögen des Bodens, die wichtigsten in löslicher Form dargebotenen Pflanzennährstoffe festzuhalten, eröffnete der Liebig'schen Mineraltheorie neue Bahnen. An der äußeren Kruste der Erde soll sich, so bezeichnet Liebig dieses Naturgesetz, unter dem Einfluß der Sonne das organische Leben entwickeln und so verlieh denn der große Baumeister den Trümmern dieser Kruste das Vermögen, alle diejenigen Elemente, welche zur Ernährung der Pflanzen und somit auch der Thiere dienen, anzuziehen und festzuhalten, wie der Magnet Eisentheilchen anzieht und festhält, so daß kein Theilchen davon verloren geht; in dieses Gesetz schloß der Schöpfer ein zweites ein, wodurch die pflanzentragende Erde ein ungeheurer Reinigungsapparat für das Wasser wird, aus dem sie durch das nämliche Vermögen alle der Gesundheit der Menschen und Thiere schädlichen Stoffe, alle Produkte der Fäulniß und Verwesung untergegangener Pflanzen- und Thiergenerationen entfernt.

Die mühsame Arbeit, lösliche Nährstoffe der Pflanze, vorzugsweise die unentbehrlichen Alkalien, in schwer lösliche Form zu bringen — eine Arbeit, der wir uns Jahre lang bona fide unverdrossen unterzogen — dies ist nicht der Irrthum eines

Einzelnen, es ist ein Irrthum der Zeit, über welche der einzelne Forscher, immerhin das Kind seiner Zeit, sich nicht zu erheben vermochte; handeln wie ja alle nach dem Maße unserer Einsichten und Kräfte; denn daß die Pflanze ihre Nahrung nur aus Lösungen aufnehmen könne, dies war eine so allgemein über allem Zweifel stehende Thatsache, die überdies der Natur der Sache nach selbstverständlich erschien, daß ein Bedenken in dieser Hinsicht ganz außer dem Bereiche menschlichen Denkens liegen mußte. Aber jenseits aller Erfahrung, über ihr stehend, waltet ein Naturgesetz, der Ausfluß einer Autorität höherer Ordnung, das Gesetz des Absorptionsvermögens der Erde, nach welchem der Boden im Stande ist, die wichtigsten in löslicher Form dargebotenen Pflanzennährstoffe nicht durchzulassen, sie festzuhalten, gleichsam aufzuspeichern für den gelegentlichen Bedarf der Wurzel. Ohne diese merkwürdige Eigenschaft des Bodens, wodurch eine Ansammlung von passender Pflanzennahrung stattfindet, müßte das ganze Pflanzenleben in seiner Existenz auf Erden gefährdet erscheinen. Sie ist es, welche in den oberen Schichten des fruchtbaren Bodens — der eigentlichen Ackerkrume — die unter dem Einflusse der Verwitterungsprocesse löslich gewordene oder von außen zugeführte lösliche Pflanzennahrung längere Zeit festhält und oft eine Reihe von Jahren die Erzielung reichlicher Ernten ermöglicht. Selbstverständlich ist die Absorptionskraft nicht in allen Bodenarten gleich groß; sie ist am schwächsten im Kiesel sandboden, am stärksten im Thonboden; der Kalkboden, sowie die verschiedenen natürlichen Mischungen aus den drei Hauptbestandtheilen, Kiesel, Thon, Kalk, stehen in der Mitte und nähern sich je nach ihrer Zusammensetzung bald dem Kiesel sand, bald dem Thonboden. Und so erklärt sich denn hieraus auch in einfachster Weise die hohe Ertragsfähigkeit des Thonbodens im Vergleiche zum Ertrage

des Sandbodens. Nicht allein weil ersterer überhaupt reicher an Pflanzennährstoffen ist, erscheint er fruchtbarer, sondern auch weil er im Stande ist, die ihm gebotenen Nahrungsstoffe dem Pflanzenleben zu erhalten. Die Geschichte des Naturgesetzes der Bodenabsorption wird noch dadurch besonders merkwürdig, daß die sonderbare Eigenschaft des Bodens, lösliche Stoffe zurückzuhalten, eigentlich schon lange bekannt war, ohne jedoch gebührende Beachtung zu finden. *Eleusis servat quod ostendat revisentibus*. Man ist sogar bis auf Aristoteles zurückgegangen, um die Kenntniß dieser Thatsache in die fernste Vergangenheit zu versetzen. Dies dürfte jedoch ein Mißverständniß sein, indem die hierher bezogenen Stellen des Aristoteles (*Meteorol. V. 3* und *Hist. animal. VIII. 2*), wie solches mein als tiefer Kenner des Aristoteles hochberühmter Freund Professor Dr. v. Prantl bewiesen hat, zwar wohl des Durchseihens von Meerwasser erwähnt, um erdig feste Stoffe mechanisch abzuscheiden, keineswegs eines Durchseihens durch Erde, um die gelösten Substanzen zurückzuhalten, was doch allein auf das Naturgesetz der Bodenabsorption bezogen werden könnte. Immerhin aber bleibt es höchst merkwürdig, daß ein Mann und Naturkenner, wie Aristoteles, der noch dazu Zeit seines Lebens das Meer in nächster Nähe hatte, zu einer derartigen Aeußerung sich veranlaßt sah. Wollen wir daher auch nicht auf eine so ferne Zeit zurückgehen, so viel ist gewiß, daß schon im Jahre 1836 die wichtige Eigenschaft der Dammerde, lösliche Salze zu absorbiren, bekannt war. Nachdem im Jahre 1840 von Neuem in England auf diese Eigenschaft des Bodens aufmerksam gemacht worden war, erfuhr die Lehre von der Bodenabsorption in Deutschland durch eine große Anzahl von Versuchen mit den verschiedensten Salzen und Erden weitere Begründung und auch praktische Bedeutung.

Die Kenntniß der Absorptionsfähigkeit des Bodens hat uns ein ganz neues Feld für die Beurtheilung der Bonität eines Kulturfeldes eröffnet. Wollen wir auch die Schätzung der Fruchtbarkeit eines Ackers nach dem auf demselben befindlichen, vereinzelt stehenden Baummwuchs, wie dies von jeher üblich, als die einfachste und natürlichste keineswegs verwerfen, so kann doch nicht geläugnet werden, daß die chemische Analyse des Bodens uns einen weit mehr gesicherten Anhaltspunkt in dieser Beziehung gewährt. In manchen Fällen ist indeß eine ausführliche chemische Analyse des Bodens, so werthvoll und bezeichnend ihre Resultate immer sein mögen, wie sie aber doch selbstverständlich nur von einem Sachverständigen mit Erfolg ausgeführt werden kann, unter Umständen nicht dringend nöthig, um uns im Allgemeinen wenigstens über die wesentlichen Bestandtheile einer Bodenart Aufklärung zu verschaffen. Wenige einfache Versuche sind nicht selten ausreichend, um eine Bodenart zu zwingen, wenn man so sagen darf, ihre Natur zu enthüllen. Ueberhaupt dürfte nach meinem unmaßgeblichen Dafürhalten die Zeit nachgerade vorüber sein, da der Praktiker sich bei der Werthbestimmung seines Materials ganz blindlings dem Chemiker überläßt, vielmehr erscheint es zeitgemäß, daß er überall womöglich in dieser Beziehung selbstthätig eingreift; ein solches Vorgehen ist auch heutzutage bei der großen Vereinfachung der analytischen Methoden und Apparate — wir erinnern nur an das Titirverfahren — wie sie die Neuzeit gewährt, ganz wohl möglich. Man hat gewöhnlich im landwirthschaftlichen Publikum eine heilige Scheu vor chemischen Zahlen und Formeln, überhaupt vor quantitativen Bestimmungen; gewiß ganz mit Unrecht, entspricht doch der Körperwelt eine Zahlenwelt, „Gott ordnete Alles nach Maß, Zahl und Gewicht.“ Gerade ein Vorzug der modernen Chemie ist es, daß sie sich nicht mehr hinter einem Wall mysti-

scher Apparate und complicirter Methoden vornehm geheimnißvoll zurückzieht, sondern ganz einfach und offen zu Werke geht; hat sie doch das Tageslicht nicht zu scheuen. Mehr noch aber als die genaueste quantitative Analyse gewinnt die Bestimmung der Absorptionsfähigkeit des Bodens in der Hand des geübten Landwirthes Bedeutung. Diese Art der Bestimmung stellt gewissermaßen das Gegentheil der chemischen Analyse dar. Während diese die einzelnen Bestandtheile des Bodens in ihren Mengenverhältnissen erkennen läßt, d. h. was und wie viel der Boden an Pflanzennährstoffen enthält, lehrt uns die Prüfung des Absorptionsvermögens des Bodens, welche Pflanzennährstoffe und in welcher Menge der Boden noch aufzunehmen im Stande ist oder mit anderen Worten, die Prüfung des Absorptionsvermögens des Bodens lehrt uns, was dem Boden bis zum höchsten Grade der Fruchtbarkeit noch an Pflanzennährstoffen fehlt. Die Erforschung des Bodenabsorptionsvermögens gewährt uns die werthvollsten Anhaltspunkte nicht nur für die Beurtheilung der Natur des Bodens, sondern auch für die richtige Anwendung der verschiedenen Düngersorten; hierin besitzen wir ein sicheres Mittel, um den Zustand des Bodens und die Wirksamkeit des Düngers, sowie die Art und Menge der Zufuhr von außen, welche der Acker zu seiner vollkommeneren Befruchtung bedarf, kennen zu lernen.

Die tiefe Erregung des Begründers der Mineraltheorie, als endlich durch das Naturgesetz der Bodenabsorption, welches so lange heimathlos in der Wissenschaft umhergeirrt, ein wesentliches Hinderniß des Erfolges seiner Lehre, die fast gänzliche Wirkungslosigkeit des Kunstdüngers, gehoben war, erkennen wir am besten aus seinen eigenen Worten, verschiedenen Stellen seiner Agrikulturchemie entnommen. „Ich war, nachdem ich den Grund wußte, warum meine Dünger nicht wirkten, wie ein

Mensch, der ein neues Leben empfangen hatte, denn mit diesem waren auch alle Vorgänge des Feldbaues erklärt und jetzt, nachdem das Gesetz erkannt ist und deutlich vor Augen liegt, bleibt nur die Verwunderung übrig, daß man es nicht längst erkannt hat; aber der menschliche Geist ist ein kuriozes Ding, was in den einmal gegebenen Kreis der Gedanken nicht paßt, existirt für ihn nicht.“ „Ich hatte die Alkalien in meinem Dünger ihrer Löslichkeit beraubt und da die löslichen Phosphate durch einen Schmelzprozeß eingebettet waren in die hierzu dienende Substanz, so hatte ich auch ihre Verbreitung im Boden gehindert und eben Alles gethan um ihre Wirkung auf das Feld zu schwächen. So sah ich denn jetzt erst, nach so vielen Jahren, ein, warum jedes einzelne der Elemente meines Düngers, auf das Feld gebracht, die ihm zukommende Wirkung hatte und daß meine Kunst sie unwirksam gemacht hatte. Den größten Schaden in Beziehung auf die Anerkennung und Verbreitung meiner Lehre führte ich mir leider selbst zu, ich war durch eigene Unwissenheit ihr schlimmster Feind und dies durch die Zusammensetzung eines Düngers geworden, welcher dazu dienen sollte, die Fruchtbarkeit der durch die Kultur erschöpften Felder wieder herzustellen. Ich hatte mich an der Weisheit des Schöpfers veründigt und dafür meine gerechte Strafe empfangen, ich wollte sein Werk verbessern, und in meiner Blindheit glaubte ich, daß in der wundervollen Kette von Gesetzen, welche das Leben an der Oberfläche der Erde fesseln und immer frisch erhalten, ein Glied vergessen sei, was ich, der schwache, ohnmächtige Wurm, ersetzen müsse.“

Mit der richtigen Erkenntniß des Naturgesetzes der Bodenabsorption war selbstverständlich ein Wechsel in den Ansichten der Landwirthe über die Liebig'sche Mineraltheorie eingetreten. Der Vorwurf der Inkonsequenz, welcher von verschiedenen Seiten

dem Begründer der Mineraltheorie gegenüber laut und heftig ausgesprochen wurde, war unschwer zu ertragen. „Was mich entschuldigen dürfte,“ so sagt er selbst treffend in der Abwehr der gegen ihn erhobenen Vorwürfe, — „ist der Umstand, daß der Mensch das Kind seiner Zeit ist, und daß er sich den allgemeinen als wahr geltenden, herrschenden Ansichten nur dann zu entziehen vermag, wenn ein gewaltsamer Druck ihn nöthigt, alle seine Kräfte aufzubieten, um sich frei und ledig von den Banden des Irrthums zu machen. Die Ansicht, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung entnehmen, die sich im Boden durch das Regenwasser bildet, war Aller Ansicht, sie war mir in's Fleisch gewachsen. Diese Ansicht war falsch und die Quelle meines thörichten Verfahrens gewesen. Dem, welchem neue Federn entsprossen, fallen die alten aus den Flügeln aus, die ihn nicht mehr tragen wollen und er fliegt hiernach um so besser.“

Wir können die geschichtliche Betrachtung der Liebig'schen Mineraltheorie nicht schließen, ohne einer wohlverdienten und bezeichnenden Anerkennung zu erwähnen, — der Anerkennung, welcher ihr schon vor mehr als einem Decennium von deutschen Landwirthen und um die deutsche Landwirthschaft hochverdienter Männer zu Theil geworden, ich meine die Liebigstiftung. Wohl durfte es im Jahre 1870, nach dem langen Zeitraume von 30 Jahren, als gerechtfertigt erscheinen, den Blick hinzuwenden auf den von der Liebig'schen Mineraltheorie zurückgelegten, nicht mühelosen Weg, welcher nun seiner ganzen Ausdehnung nach im Schmucke zahlreicher Blüten und Früchte prangt, wie solche dem freigebig ausgestreuten Samen allenthalben entsprossen. Schon früher war von vielen Seiten die Absicht ausgesprochen worden, dem Begründer der Mineraltheorie, als Zeichen der Anerkennung, ein Ehrengeschenk zu widmen, hierbei getragen von dem längst gehegten Wunsche, den Gefühlen der Dankbarkeit für

den großen Forscher durch ein äußeres Zeichen öffentlich Ausdruck zu geben. Ueber die Form des beschlossenen Ehrengeschenkcs lag es selbstverständlich nahe, vor Allem die Ansicht des Gründers der Mineraltheorie selbst kennen zu lernen. In bekannter edler Uneigennützigkeit wünschte er das ihm allein persönlich zugedachte Ehrengeschenk zu einer Gabe zu gestalten, dargebracht Allen, welche in seinem Geiste forschen und wirken. Diese Idee zu verwirklichen, sollte nach seinem Wunsche alljährlich oder zu Zeiten demjenigen eine goldene Medaille verliehen werden, der sich um die Landwirthschaft hervorragende Verdienste erworben. Nicht ein Stipendium wollte man stiften, sondern die Medaille soll reine Ehre sein, so daß sie selbst von dem Reichsten, dem sie verliehen als hohe Auszeichnung angesehen werde. In kürzester Zeit war durch Beiträge ein Kapital geschaffen, hinreichend, um aus dessen Zinsen goldene Medaillen mit dem Bildniß des Stifters verleihen zu können. Die Zahl der gleichzeitigen Inhaber der goldenen Medaille ist auf acht beschränkt. Ende Mai 1870 wurde der Stiftungsfond an Liebig übergeben; natürlich hatte er für die Dauer seines Lebens die unbeschränkte Verfügung über die Einkünfte aus dem Stiftungskapitale im Sinne der entsprechenden Bestimmungen. „Möge ein gütiges Geschick den Gefeierten noch lange Jahre der Wissenschaft erhalten, auf daß er in dauernder Gesundheit und so jugendlichen Geistes wie heute, sich der Folgen seiner großen geistigen That zu erfreuen habe.“ Dieser bei Gelegenheit der Uebergabe geäußerte, aufrichtige Wunsch, — er ist leider nicht in Erfüllung gegangen. Nach Liebig's Tode trat ein Kuratorium der Stiftung an seine Stelle. Es ist Grundsatz des Kuratoriums, bei Verleihung der Medaille, vor Allem dem Sinne des Stifters Rechnung zu tragen, d. h. vorzugsweise solche Männer zu wählen, welche, abgesehen von ihrer hervorragenden Bedeutung auf dem

Gebiete der Landwirthschaft, dem Dahingeshiedenen als Freunde nahe standen und von dem Stifter selbst schon für diese Anerkennung ihrer Leistungen in Aussicht genommen waren. Gerechte Rücksichten der Pietät gaben dem Kuratorium den leitenden Gedanken, Verdienste, welche die Ideen der Liebig'schen Mineraltheorie der Geltung entgegen führen, zu ehren. Die hochberühmten Namen der gegenwärtigen Inhaber der goldenen Medaille, dem Kreise der Forscher und Praktiker entnommen: v. Seilern, Rimpau, Kühn, Haussen, Settegast," bekräftigten einleuchtend Sinn und Bedeutung der verliehenen Auszeichnungen. Die Liebigstiftung — ein Triumph der Mineraltheorie — hat eine Schöpfung in's Leben gerufen, welche für die Zukunft von den segensreichsten Folgen für die Landwirthschaft wird, durch sie kennzeichnet sich jetzt schon die Verbindung zwischen Landwirthschaft und Chemie als eine durchaus lebensfähige, gesunde, als eine glückliche und so wird aus diesem Bunde fort und fort Leben und Wachsthum hervorquellen; die dem jugendlichen Vereine entsprossene Pflanze reift von Jahr zu Jahr mehr heran und erstarkt zu einem Baume, der seine weitverzweigten Aeste ausbreitet über alle Lande und sein schirmendes Dach hinzieht über die Fluren, daß ihre Saaten fröhlich gedeihen. Durch die Liebigstiftung ist das Band des Vertrauens, welches Landwirthschaft und Naturforschung — Praxis und Wissenschaft — umschlingt, ein festes und inniges geworden.

Die durchgreifend reformatorische Wirkung, welche die Liebig'sche Mineraltheorie auf die Landwirthschaft ausübte, geht am deutlichsten hervor aus den Axiomen der Lehre, wie sie in den Epoche machenden fünfzig Thesen enthalten sind. Wir können es uns nicht versagen, den ursprünglichen Wortlaut dieser Thesen im Anhang beizufügen; nur bezüglich der Löslichkeit pflanzlicher Nährstoffe haben sie durch Hereinziehen des Natur-

gesetzes der Bodenabsorption Aenderung erfahren, im Uebrigen stehen sie unwiderlegt da als Kennzeichen einer neuen Zeit, heraufgeführt für die Landwirthschaft durch die Liebig'sche Mineraltheorie. (S. Anhang.)

Nachdem noch zu rechter Zeit — in der ersten Stunde — dem lang verkannten Naturgesetze des Absorptionsvermögens der Ackerkrume von dem Begründer der Mineraltheorie endliche Anerkennung zu Theil geworden, stand der praktischen Einführung der Theorie nichts mehr im Wege. Heut zu Tage handelt es sich nicht mehr um die Liebig'sche Mineraltheorie als einer vorübergehenden Mode, sondern wir halten fest an ihr als an dem wichtigsten unvergänglichen Fortschritt in der modernen Landwirthschaft. Hat doch die Erfahrung alle Voraussetzungen der Liebig'schen Mineraltheorie auf das Glänzendste bestätigt, — heut zu Tage wird über die thatsächliche Wahrheit der Liebig'schen Mineraltheorie nicht mehr und von keiner Seite diskutiert, nur nach den Quellen suchen wir, aus welchen die Postulate der Theorie für die Praxis am besten und billigsten gewonnen werden können. Und wenn wir uns heut zu Tage der Verwunderung darüber nicht ent schlagen können, wie verhältnißmäßig so auffallend lange es möglich gewesen, daß starre Zähigkeit selbst den tüchtigsten Gegenbeweisen Troß zu bieten vermochte, so trösten wir uns mit der anerkannten Wahrheit: Irdische Bestrebungen gehorchen nun einmal in ihrem Entwicklungsgange den Gesetzen der Langsamkeit und des Widerspruchs.

Anhang.

Fünzig Thesen der Liebig'schen Mineraltheorie.

1. Die Pflanzen empfangen im Allgemeinen ihren Kohlenstoff und Stickstoff aus der Atmosphäre, den Kohlenstoff in der

Form von Kohlensäure, den Stickstoff in der Form von Ammoniak. Das Wasser (und Ammoniak) liefert den Pflanzen ihren Wasserstoff; der Schwefel der schwefelhaltigen Bestandtheile der Gewächse stammt von Schwefelsäure her.

2. Auf den verschiedensten Bodenarten in den verschiedensten Klimaten, in der Ebene oder auf hohen Bergen gebaut, enthalten die Pflanzen eine gewisse Anzahl von Mineralsubstanzen, und zwar immer die nämlichen, deren Natur und Beschaffenheit sich aus der Zusammensetzung ihrer Asche ergibt; diese Aschenbestandtheile waren Bestandtheile des Bodens; alle fruchtbaren Bodenarten enthalten gewisse Mengen davon, in keinem Boden, worauf Pflanzen gedeihen, fehlen sie.

3. In den Produkten des Feldes wird in den Ernten die ganze Quantität der Bodenbestandtheile, welche Bestandtheile der Pflanzen geworden sind, hinweggenommen und dem Boden entzogen; vor der Einsaat ist der Boden reicher daran als nach der Ernte; die Zusammensetzung des Bodens ist nach der Ernte geändert.

4. Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl von Ernten nimmt die Fruchtbarkeit der Felder ab. Beim Gleichbleiben aller übrigen Bedingungen ist der Boden allein nicht geblieben, was er vorher war; die Aenderung in seiner Zusammensetzung ist die wahrscheinliche Ursache seines Unfruchtbarwerdens.

5. Durch den Dünger, den Stallmist, die Exkremente der Menschen und Thiere wird die verlorene Fruchtbarkeit wieder hergestellt.

6. Der Dünger besteht aus verwesenden Pflanzen- und Thierstoffen, welche eine gewisse Menge Bodenbestandtheile enthalten. Die Exkremente der Thiere und Menschen stellen die Asche der im Leibe der Thiere und Menschen verbrannten Nah-

rung dar, von Pflanzen, die auf den Feldern geerntet wurden. Der Harn enthält die im Wasser löslichen, die Fäces die darin unlöslichen Bodenbestandtheile der Nahrung. Der Dünger enthält die Bodenbestandtheile der geernteten Produkte des Feldes; es ist klar, daß durch seine Einverleibung im Boden dieser die entzogenen Mineralbestandtheile wieder erhält; die Wiederherstellung seiner ursprünglichen Zusammenstellung ist begleitet von der Wiederherstellung seiner Fruchtbarkeit; es ist gewiß, eine der Bedingungen der Fruchtbarkeit war der Gehalt des Bodens an gewissen Mineralbestandtheilen. Ein reicher Boden enthält mehr davon als ein armer Boden.

7. Die Wurzeln der Pflanzen verhalten sich in Beziehung auf die Aufnahme der atmosphärischen Nahrungsmittel ähnlich wie die Blätter, d. h. sie besitzen wie diese das Vermögen, Kohlensäure und Ammoniak aufzusaugen und in ihrem Organismus auf dieselbe Art zu verwenden, wie wenn die Aufnahme durch die Blätter vor sich gegangen wäre.

8. Das Ammoniak, welches der Boden enthält oder was demselben zugeführt wird, verhält sich wie ein Bodenbestandtheil; in gleicher Weise verhält sich die Kohlensäure.

9. Die Pflanzen- und Thierstoffe, die thierischen Exkremente gehen in Fäulniß und Verwesung über. Der Stickstoff der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben verwandelt sich in Folge der Fäulniß und Verwesung in Ammoniak, ein kleiner Theil des Ammoniaks verwandelt sich in Salpetersäure, welche das Produkt der Drydation (der Verwesung) des Ammoniaks ist.

10. Wir haben allen Grund, zu glauben, daß in dem Ernährungsprozeß der Gewächse die Salpetersäure das Ammoniak vertreten kann, d. h. daß der Stickstoff derselben zu denselben Zwecken in ihrem Organismus verwendet werden kann wie der des Ammoniaks.

11. In dem thierischen Dünger werden demnach den Pflanzen nicht nur die Mineralsubstanzen, welche der Boden liefern muß, sondern auch die Nahrungstoffe, welche die Pflanze aus der Atmosphäre schöpft, zugeführt. Diese Zufuhr ist eine Vermehrung derjenigen Menge, welche die Luft enthält.

12. Die nicht gasförmigen Nahrungsmittel, welche der Boden enthält, gelangen in den Organismus der Pflanzen durch die Wurzeln; der Uebergang derselben wird vermittelt durch das Wasser, durch welches sie löslich werden und Beweglichkeit empfangen. Manche lösen sich in reinem Wasser, die andern nur in Wasser, welches Kohlensäure oder ein Ammoniaksalz enthält.

13. Alle diejenigen Materien, welche die an sich im Wasser unlöslichen Bodenbestandtheile löslich machen, bewirken, wenn sie in dem Boden enthalten sind, daß dasselbe Volum Regenwasser eine größere Menge davon aufnimmt.

14. Durch die fortschreitende Verwesung der im thierischen Dünger enthaltenen Pflanzen- und Thierüberreste entstehen Kohlensäure und Ammoniaksalze; sie stellen eine im Boden thätige Kohlensäurequelle dar, welche bewirkt, daß die Luft in dem Boden und das in demselben vorhandene Wasser reicher an Kohlensäure werden als ohne ihre Gegenwart.

15. Durch den thierischen Dünger wird den Pflanzen nicht nur eine gewisse Summe an mineralischen und atmosphärischen Nahrungsmitteln dargeboten, sondern sie empfangen durch den selben auch in der durch seine Verwesung sich bildenden Kohlensäure und den Ammoniaksalzen die unentbehrlichen Mittel zum Uebergange der im Wasser für sich unlöslichen Bestandtheile, in derselben Zeit eine größere Menge als ohne Mitwirkung der verwesbaren organischen Stoffe.

16. In warmen trockenen Jahren empfangen die Pflanzen

durch den Boden weniger Wasser als unter gleichen Verhältnissen in nassen Jahren. Die Ernte in verschiedenen Jahren steht damit im Verhältniß. Ein Feld von derselben Beschaffenheit liefert in regenarmen Jahren einen geringeren Ertrag; er steigt in regenreicheren, bei gleicher mittlerer Temperatur bis zu einer gewissen Grenze mit der Regenmenge.

17. Von zwei Feldern, von denen das eine mehr Nahrungsstoffe zusammengenommen enthält wie das andere, liefert das daran reichere auch in trockenen Jahren unter sonst gleichen Verhältnissen, einen höheren Ertrag als das ärmere.

18. Von zwei Feldern von gleicher Beschaffenheit und gleichem Gehalt an Bodenbestandtheilen, von denen das eine aber in verweßbaren Pflanzen- (oder Dünger-) Bestandtheilen außerdem eine Kohlensäurequelle enthält, liefert das letztere auch in trockenen Jahren einen höheren Ertrag als das andere.

Die Ursache dieser Verschiedenheit oder Ungleichheit im Ertrag beruht auf der ungleichen Zufuhr der Bodenbestandtheile in Quantität und Qualität, welche die Pflanze in gleichen Zeiten von dem Boden empfängt.

19. Alle Widerstände, welche die Löslichkeit und Aufnahmefähigkeit der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe der Gewächse hindern, heben in demselben Verhältniß deren Fähigkeit auf, zur Ernährung zu dienen, d. h. sie machen die Nahrung wirkungslos. Eine gewisse physikalische Beschaffenheit des Bodens ist eine nothwendige Vorbedingung zur Wirksamkeit der darin vorhandenen Nahrung. Der Boden muß der atmosphärischen Luft und dem Wasser Zutritt und den Wurzelsafern die Möglichkeit gestatten, sich nach allen Richtungen zu verbreiten und die Nahrung aufzusuchen. Der Ausdruck tellurische Bedingungen bezeichnet den Inbegriff aller von der physikalischen Beschaffenheit

und Zusammenziehung des Bodens abhängigen, für die Entwicklung der Pflanzen nothwendigen Bedingungen.

20. Alle Pflanzen ohne Unterschied bedürfen zu ihrer Ernährung Phosphorsäure, Schwefelsäure, die Alkalien, Kalk, Bittererde, Eisen; gewisse Pflanzengattungen Kieselerde; die an dem Strande des Meeres und im Meere wachsenden Pflanzen Kochsalz, Natron, Sodmetalle. In mehreren Pflanzengattungen können die Alkalien zum Theil durch Kalk- und Bittererde, und diese umgekehrt durch Alkalien vertreten werden. Alle diese Stoffe sind einbegriffen in der Bezeichnung mineralische Nahrungsmittel; atmosphärische Nahrungsmittel sind Kohlensäure und Ammoniak. Das Wasser dient zur Nahrung und zur Vermittlung des Ernährungsprozesses.

21. Die für eine Pflanze nothwendigen Nahrungsstoffe sind gleichwerthig, d. h. wenn eines von der ganzen Anzahl fehlt, so gedeiht die Pflanze nicht.

22. Die für die Kultur aller Pflanzengattungen geeigneten Felder enthalten alle für die Pflanzengattungen nothwendigen Bodenbestandtheile; die Worte fruchtbar oder reich, unfruchtbar oder arm drücken das relative Verhältniß dieser Bodenbestandtheile in Quantität oder Qualität aus.

Unter qualitativer Verschiedenheit versteht man den ungleichen Zustand der Löslichkeit oder Uebergangsfähigkeit der mineralischen Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanzen, welche vermittelt wird durch das Wasser.

Von zwei Bodenarten, welche gleiche Mengen mineralischer Nahrungsmittel enthalten, kann die eine fruchtbar (als reich), die andere unfruchtbar sein (als arm angesehen werden), wenn in der letzteren diese Bestandtheile nicht frei, sondern in einer chemischen Verbindung sich befinden. Ein Körper, der sich in chemischer Verbindung befindet, setzt, in Folge der Anziehung

seiner andern Bestandtheile, einem zweiten, der sich damit zu verbinden strebt, einen Widerstand entgegen, der überwunden werden muß, wenn beide sich verbinden sollen.

23. Alle für die Kultur geeigneten Bodenarten enthalten die mineralischen Nahrungsmittel der Pflanzen in diesen zweierlei Zuständen. Alle zusammen stellen das Kapital, die frei löslichen den flüssigen beweglichen Theil des Kapitals dar.

24. Einen Boden durch geeignete Mittel, aber ohne Zufuhr von mineralischen Nahrungsmitteln verbessern, bereichern, fruchtbarer machen, heißt einen Theil des todten, unbeweglichen Kapitals, das ist die chemisch gebundenen Bestandtheile, frei, beweglich und verwendbar für die Pflanzen machen.

25. Die mechanische Bearbeitung des Feldes hat den Zweck, die chemischen Widerstände im Boden zu überwinden, die in chemischer Verbindung befindlichen mineralischen Nahrungsmittel frei und verwendbar zu machen. Dies geschieht durch Mitwirkung der Atmosphäre, der Kohlensäure, des Sauerstoffs und Wassers. Die Wirkung heißt Verwitterung. Stehendes Wasser im Boden, welches der Atmosphäre den Zugang zu den chemischen Verbindungen verschließt, ist Widerstand gegen die Verwitterung.

26. Brachzeit heißt die Zeit der Verwitterung. Während der Brache wird dem Boden durch die Luft und das Regenwasser Kohlensäure und Ammoniak zugeführt. Letzteres bleibt im Boden, wenn Materien darin vorhanden sind, welche es binden, d. h. die ihm seine Flüchtigkeit nehmen.

27. Ein Boden ist fruchtbar für eine gegebene Pflanzengattung, wenn er die für diese Pflanze nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffe in gehöriger Menge, in dem richtigen Verhältniß und in der zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit enthält.

28. Wenn dieser Boden durch eine Reihe von Ernten ohne

Ersatz der hinweggenommenen mineralischen Nahrungsmittel unfruchtbar für diese Pflanzengattung geworden ist, so wird er nach einem oder einer Anzahl von Brachjahren wieder fruchtbar für diese Pflanzengattung, wenn er neben den löslichen oder hinweggenommenen Bodenbestandtheilen eine gewisse Summe derselben Stoffe im unlöslichen Zustande enthielt, welche während der Brachzeit durch mechanische Bearbeitung und Verwitterung löslich geworden sind. Durch die sogenannte Gründüngung wird diese Wirkung in kürzerer Zeit erzielt.

29. Ein Feld, worin diese mineralischen Nahrungsmittel fehlen, wird durch Brachliegen und mechanische Bearbeitung nicht fruchtbar.

30. Die Steigerung der Fruchtbarkeit eines Feldes durch die Brache und die mechanische Bearbeitung und Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten, ohne Ersatz derselben, hat in kürzerer oder längerer Zeit eine dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge.

31. Wenn der Boden seine Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens muß wieder hergestellt werden.

32. Verschiedene Pflanzengattungen bedürfen zu ihrer Entwicklung dieselben mineralischen Nahrungsmittel, aber in ungleicher Menge oder in ungleichen Zeiten. Einige Kulturpflanzen müssen Kieselsäure in löslichem Zustande im Boden vorfinden.

33. Wenn ein gegebenes Stück Feld eine gewisse Summe aller mineralischen Nahrungsmittel in gleicher Menge und geeigneter Beschaffenheit enthält, so wird dieses Feld unfruchtbar für eine einzelne Pflanzengattung, wenn durch eine Aufeinanderfolge von Kulturen ein einzelner dieser Bodenbestandtheile (z. B. lös-

liche Kiefelerde) soweit entzogen ist, daß seine Quantität für eine neue Ernte nicht mehr ausreicht.

34. Eine zweite Pflanze, welche diesen Bestandtheil (die Kiefelerde z. B.) nicht bedarf, wird, auf demselben Felde gebaut, eine oder eine Reihenfolge von Ernten zu liefern vermögen, weil die andern ihr nothwendigen mineralischen Nahrungsmittel in einem zwar geänderten Verhältnisse (nicht mehr in gleicher Menge), aber für ihre vollkommene Entwicklung ausreichender Menge vorhanden sind.

Eine dritte Pflanzengattung wird nach der zweiten auf demselben Felde gedeihen, wenn die zurückgelassenen Bodenbestandtheile für den Bedarf einer Ernte ausreichen; und wenn während der Kultur dieser Gewächse eine neue Quantität des fehlenden Bestandtheiles (der löslichen Kiefelerde) durch Verwitterung wieder löslich geworden ist, so kann auf demselben Felde beim Vorhandensein der andern Bedingungen die erste Pflanze wieder kultivirbar sein.

35. Auf der ungleichen Menge und Beschaffenheit der mineralischen Nahrungsmittel und dem ungleichen Verhältniß, in dem sie zur Entwicklung der verschiedenen Pflanzengattungen dienen, beruht die Wechselwirthschaft und die Verschiedenheit des Fruchtwechsels in verschiedenen Gegenden.

36. Das Wachsen einer Pflanze, ihre Zunahme an Masse und ihre vollkommene Entwicklung in einer gegebenen Zeit, bei Gleichheit aller Bedingungen, steht im Verhältniß zur Oberfläche der Organe, welche bestimmt sind, die Nahrung aufzunehmen. Die Menge der aus der Luft aufnehmbaren Nahrungsstoffe ist abhängig von der Anzahl und der Oberfläche der Blätter, die der aus dem Boden aufnehmbaren Nahrung von der Anzahl und Oberfläche der Wurzelfasern.

37. Wenn während der Blatt- und Wurzelbildung zwei

Pflanzen derselben Gattung eine ungleiche Menge Nahrung in derselben Zeit dargeboten wird, so ist ihre Zunahme an Masse ungleich in dieser Zeit, sie ist größer bei derjenigen Pflanze, welche in dieser Zeit mehr Nahrung empfängt, die Entwicklung derselben wird beschleunigt. Dieselbe Ungleichheit in der Zunahme zeigt sich, wenn den beiden Pflanzen die nämliche Nahrung in derselben Menge, aber in einem verschiedenen Zustande der Löslichkeit dargeboten wird.

Durch Darbietung der richtigen Menge aller zur Ernährung eines Gewächses nothwendigen atmosphärischen und tellurischen Nahrungsmittel in der gehörigen Zeit und Beschaffenheit, wird ihre Entwicklung in der Zeit beschleunigt. Die Bedingungen der Zeitverkürzung ihrer Entwicklung sind die nämlichen wie die zu ihrer Zunahme an Masse.

38. Zwei Pflanzen, deren Wurzelsafern eine gleiche Länge und Ausdehnung haben, gedeihen weniger gut neben einander oder nach einander, als zwei Pflanzen, deren Wurzeln von ungleicher Länge, ihre Nahrung aus ungleicher Tiefe und Ebene des Bodens empfangen.

39. Die zum Leben einer Pflanze nöthigen Nahrungsstoffe müssen in einer gegebenen Zeit zusammenwirken, wenn sie zur vollen Entwicklung in dieser Zeit gelangen soll.

Je rascher sich eine Pflanze in der Zeit entwickelt, desto mehr Nahrung bedarf sie in dieser Zeit, die Sommerpflanze mehr wie die perennirenden Kräuter.

40. Wenn einer der zusammenwirkenden Bestandtheile des Bodens oder der Atmosphäre fehlt oder mangelt, oder die zur Aufnahme geeignete Beschaffenheit nicht besitzt, so entwickelt sich die Pflanze nicht oder in ihren Theilen nur unvollkommen.

Der fehlende oder mangelnde Bestandtheil macht die andern vorhandenen wirkungslos, oder vermindert ihre Wirksamkeit.

41. Wird der fehlende oder mangelnde Bestandtheil dem Boden zugesetzt oder der vorhandene unlösliche löslich gemacht, so werden die andern wirksam.

Durch den Mangel oder die Abwesenheit eines nothwendigen Bestandtheiles, beim Vorhandensein aller andern, wird der Boden unfruchtbar für alle diejenigen Gewächse, welche diesen Bestandtheil zu ihrem Leben nicht entbehren können. Der Boden liefert reichliche Ernten, wenn dieser Bestandtheil in richtiger Menge und Beschaffenheit zugesetzt wird. Bei Bodenarten von unbekanntem Gehalt an mineralischen Nahrungsmitteln geben Versuche mit den einzelnen Düngerb Bestandtheilen Mittel ab, um Kenntniß von der Beschaffenheit des Feldes und dem Vorhandensein der andern Düngerb Bestandtheile zu erlangen. Wenn z. B. der phosphorsaure Kalk wirksam ist, d. h. den Ertrag eines Feldes erhöht, so ist dies ein Zeichen, daß derselbe gefehlt hat oder in zu geringer Menge vorhanden war, während an allen übrigen kein Mangel war. Hätte einer von den andern nothwendigen Bestandtheilen ebenfalls gefehlt, so würde der phosphorsaure Kalk keine Wirkung gehabt haben.

42. Die Wirksamkeit aller Bodenbestandtheile zusammen genommen in einer gegebenen Zeit, ist abhängig von der Mitwirkung der atmosphärischen Nahrungsmittel in eben dieser Zeit.

43. Die Wirksamkeit der atmosphärischen Nahrungsmittel in der Zeit ist abhängig von der Mitwirkung der Bodenbestandtheile in eben dieser Zeit; beim Vorhandensein der Bodenbestandtheile und ihrer geeigneten Beschaffenheit, steht die Entwicklung der Pflanzen im Verhältniß zu der Menge der dargebotenen und aufgenommenen atmosphärischen Nahrungsmittel. Das Verhältniß der Menge und der Beschaffenheit der mineralischen Nahrungsmittel (ihres Zustandes der Aufnahmefähigkeit) im Boden und die Abwesenheit oder das Vorhandensein der Hinder-

nisse ihrer Wirksamkeit (physikalische Beschaffenheit) erhöht oder vermindert die Anzahl und Masse der auf einer gegebenen Fläche kultivirbaren Pflanzen. Der fruchtbare Boden entzieht in den darauf wachsenden Pflanzen, der atmosphärischen Luft mehr Kohlen Säure und Ammoniak als der unfruchtbare; diese Entziehung steht im Verhältniß zu seiner Fruchtbarkeit und ist nur begrenzt durch den begrenzten Gehalt an Kohlen Säure und Ammoniak in der Luft.

44. Bei gleicher Zufuhr der atmosphärischen Bedingungen des Wachsthum's der Pflanzen, stehen die Ernten in geradem Verhältniß zu den im Dünger zugeführten mineralischen Nahrungsmitteln.

45. Bei gleichen tellurischen Bedingungen stehen die Ernten im Verhältniß zu der Menge der durch die Atmosphäre und den Boden zugeführten atmosphärischen Nahrungsmittel. Wenn den im Boden vorhandenen wirksamen mineralischen Nahrungsmitteln Ammoniak und Kohlen Säure zugesetzt werden, so wird seine Ertragsfähigkeit erhöht.

Die Vereinigung der tellurischen und atmosphärischen Bedingungen und ihr Zusammenwirken in der richtigen Menge, Zeit und Beschaffenheit, bedingen das Maximum des Ertrages.

46. Die Zufuhr einer größeren Menge atmosphärischer Nahrungsmittel (mittelfst Ammoniaksalzen, Humus) als die Luft darbietet, erhöht die Wirksamkeit der vorhandenen mineralischen Nahrungsmittel in einer gegebenen Zeit. In derselben Zeit wird alsdann von gleicher Fläche mehr geerntet, in einem Jahre möglicher Weise soviel als in zwei Jahren ohne diesen Ueberschuß.

47. In einem an mineralischen Nahrungsmitteln reichen Boden kann der Ertrag des Feldes durch Zufuhr von denselben Stoffen nicht erhöht werden.

48. In einem an atmosphärischen Nahrungsstoffen reichen

Felde kann der Ertrag durch Zufuhr derselben Stoffe nicht gesteigert werden.

49. Von einem an mineralischen Nahrungsmitteln reichen Felde lassen sich in einem Jahre oder in einer Reihenfolge von Jahren durch Zufuhr und Einverleibung von Ammoniak allein, oder von Humus und Ammoniak, reichliche Ernten erzielen, ohne allen Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile. Es hängt alsdann die Dauer dieser Erträge ab von dem Vorrathe, der Menge und Beschaffenheit der im Boden enthaltenen mineralischen Nahrungsmittel. Die fortgesetzte Anwendung dieses Mittels bewirkt eine Erschöpfung des Bodens.

50. Wenn nach dieser Zeit der Boden seine ursprüngliche Fruchtbarkeit wieder erhalten soll, so müssen ihm die in der Reihe von Jahren entzogenen Bodenbestandtheile wieder zugeführt werden. Wenn der Boden in zehn Jahren zehn Ernten geliefert hat, ohne Ersatz der hinweggenommenen Bodenbestandtheile, so müssen ihm diese in der zehnfachen Quantität im elften Jahre wiedergegeben werden, wenn derselbe seine Fähigkeit wieder erhalten soll, eine gleiche Anzahl von Ernten zu liefern.

